water and landscape

# AGUA y TERRITORIO

Número 24 · Julio - Diciembre 2024 ISSN 2340-8472 · ISSNe 2340- 7743 · DOI 10.17561/at.24

# Agua e historia del paisaje en la Corona de Aragón

*Universidad de Jaén (España)*

UJa EDITORIAL

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

*Número 24 | Julio - Diciembre 2024*

# *Agua e historia del paisaje en la Corona de Aragón*

*http://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma*

***ISSN*** *2340-8472*
***ISSNe*** *2340-7743*
***DOI*** *10.17561/at.19*
***DL*** *J-673-2013*

Correo electrónico: *revista-at@ujaen.es*
Dirección postal:
*Departamento de Economía*
*Edificio D3 - Despacho 120 Universidad de Jaén.*
*Campus Las Lagunillas, s/n*
*23071 JAÉN (ESPAÑA)*

***CONTACTO PRINCIPAL***
Dr. D. Juan Manuel Matés-Barco
Dirección postal:
*Departamento de Economía*
*Edificio D3 - Despacho 120*
*Universidad de Jaén*
*Campus Las Lagunillas, s/n*
*23071 JAÉN (ESPAÑA)*
*Telf. (+34) 953 212076*
Correo electrónico: *jmmates@ujaen.es*

***EDITA***
UJA editorial. Universidad de Jaén (España)
*http://www10.ujaen.es/conocenos/servicios-unidades/servpub/inicio*
Dirección postal: *UJA Editorial Edificio Biblioteca, 2ª planta Universidad de Jaén Campus Las Lagunillas, s/n 23071 JAÉN (ESPAÑA)*
Telf.: *(+34) 953 212355*
Correo electrónico: *editorial@ujaen.es*
Contacto de soporte: *Dr. D. Mariano Castro-Valdivia*
Telf.: *(+34) 953 212985*
Correo electrónico: *mcastro@ujaen.es*

***PROMUEVE***
*Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente*
Dirección postal: *Escuela de Estudios Hispano-Americanos (CSIC) Calle Alfonso XII, 16. 41002 SEVILLA (ESPAÑA)*
Correo electrónico: *jraul.navarro@csic.es*

Diseño logo y cabecera: *Millena Lízia.*
Estilos y maqueta: *GLAUX Publicaciones Académicas*
Fotografía de la cubierta: *Séquia de Fontanet (Lleida, España), al norte del Molí de Cervià.*
*Autor: Enric Vicedo.*

*Las opiniones y hechos consignados en los artículos son exclusiva responsabilidad de sus autores. La Universidad de Jaén y el Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente, no se hacen responsables de la autenticidad de los trabajos.*

*Los originales de la Revista son propiedad de la entidad editora. Es necesario citar la procedencia en cualquier reproducción parcial o total.*

*© 2024 - Universidad de Jaén (España)*
CC-BY

***DIRECTOR***
Juan Manuel Matés Barco, *Universidad de Jaén, España*

***EDITOR***
Jesús Raúl Navarro García, *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España*

***SECRETARIO***
Mariano Castro Valdivia, *Universidad de Jaén, España*

***VICESECRETARIAS***
Leticia Gallego Valero, *Universidad de Jaén, España*
María Vázquez Fariñas, *Universidad de Málaga, España*

***CONSEJO DE REDACCIÓN***
Alice Poma, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Alicia Torres Rodríguez, *Universidad de Guadalajara, México*
Casey Walsh, *University of California, Santa Barbara, USA*
Cayetano Espejo Marín, *Universidad de Murcia, España*
David Soto Fernández, *Universidad de Santiago de Compostela, España*
Encarnación Gil Messeguer, *Univ. de Murcia, España*
Encarnación Moral Pajares, *Universidad de Jaén, España*
Fabiano Quadros Rückert, *Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil*
Fábio Alexandre Dos Santos, *Universidade Federal de São Paulo, Brasil*
Inmaculada Simón Ruiz, *Universidad Autónoma de Chile, Chile*
Jesús Vargas Molina, *Universidad Pablo de Olavide, España*
Juan Infante Amate, *Universidad de Granada, España*
Olivia Topete Pozas, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*

***EDITORES DE RESEÑAS***
Andrea Noria, *Universidad Autónoma de Chile, Chile*
Sergio Salazar, *Universidad Nacional de Colombia, Colombia*

***REVISORES***
Nathalia Claro Moreira, *Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil*
Daniel Abud Marques Robbin, *Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil*
Soênia María Pacheco, *Universidade Federal de Pernambuco, Brasil*
Santiago Prieto, *Universidad Nacional de La Plata, Argentina*

***CONSEJO ASESOR***
Alejandro Tortolero Villaseñor, *Universidad Autónoma Metropolitana de México, México*
Carlos Larrinaga Rodríguez, *Universidad de Granada, España*
Carmen Castañeda del Álamo, *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España*
Concepción Fidalgo Hijano, *Universidad Autónoma de Madrid, España*
Eloy Martos Núñez, *Universidad de Extremadura, España*
Francisco da Silva Costa, *Universidade do Minho, Portugal*
Guillermo Banzato, *Universidad Nacional de La Plata, Argentina*
Isabel María Román Sánchez, *Universidad de Almería, España*
Joaquín Melgarejo Moreno, *Universidad de Alicante, España*
Jorge Chinea, *Waine State University, Estados Unidos*
Jorge Olcina Cantos, *Universidad de Alicante, España*
Jorge Regalado Santillán, *Universidad de Guadalajara, México*
Julia Martínez Fernández, *Universidad Miguel Hernández, España*
Leandro del Moral Ituarte, *Universidad de Sevilla, España*
Léo Heller, *Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil*
Lucia De Stefano, *Universidad Complutense, España*
María Luisa Feijoo Bello, *Universidad de Zaragoza, España*
Nuria Hernández Mora, *Fundación Nueva Cultura del Agua, España*
Pilar Paneque Salgado, *Universidad Pablo de Olavide, España*
Roberto Bustos Cara, *Universidad Nacional del Sur, Argentina*
Simonne Teixeira, *Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil*
Wagner Costa Ribeiro, *Universidad de São Paulo, Brasil*

# Índice

## Dossier


Jordi Bolòs
**Agua e historia del paisaje en la corona de Aragón: distintas aproximaciones** 7

Ramon Martí Castelló, Joan Negre Pérez
**Agua y poblamiento en el curso inferior del Ebro: los espacios agrarios de la ciudad de Tortosa en época antigua y medieval** 25

Jordi Bolòs
**Agua e historia del paisaje en Cataluña: novedades y resiliencias a lo largo de la Edad Media. El ejemplo de Lleida** 45

Enric Vicedo-Rius
**La organización de los riegos en el Segrià, área de Lleida (Cataluña, España), 1640-1870: eficiencia institucional frente a la "tragedia" de los recursos de uso común** 65


## Miscelánea


Anderson Mikael de Souza Silva, Filipe da Silva Peixoto
**Captación y aprovechamiento de aguas subterráneas en Mossoró-RN, Brasil** 83

Alina de la Caridad Morell Bayard, Liliana Gómez Luna
**La significación práctica de la Ecohidrología: un análisis de su potencial para el estudio de cuencas hidrográficas** 97

Ángel Omar Aldape García, Alicia Torres Rodríguez, Marco Luis Patiño Palomares
**Disposición de los pobladores de Mezcala de la Asunción, México, para solucionar la problemática de residuos sólidos a partir de su narrativa biocultural: un estudio cualitativo desde la Teoría del Comportamiento Planificado (TCP)** 117

Angee Rowena Córdoba Guatavita, Aura Melissa Hernández Pinzón, José Vicente Ospina Sogamoso
**Usos y concepciones del agua como elemento vital en el resguardo indígena "La Victoria" de las etnias Piapoco y Achagua: tránsito de lo nómada a lo sedentario** 133

Edith Miriam García Salazar, Hugo Nathanael Lara Figueroa
**Suficiencia de agua en Hidalgo, México: una visión desde el enfoque del Derecho Humano al Agua** 151

Thaer Huraini
**Hacia el desarrollo del seguro agrícola en Palestina teniendo en cuenta los retos del agua y la tierra** 173

Rafael Brugnolli Medeiros, Luiz Carlos Araujo dos Santos
**Calidad de las aguas, uso y cobertura de la tierra: subsidios para la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del río Pindaré, Maranhão - Brasil** 187

Marta Luciane Fischer, Caroline Filla Rosaneli
**Un encuentro entre Potter y Boaventura a orillas del río Belém: ¿qué queda por decir sobre el acceso universal al agua potable?** 203

# Índice

Pablo Aznar-Crespo, Antonio Aledo, Guadalupe Ortiz, Josep Tur-Vives
**Cómo escribir mensajes de alerta frente a inundaciones** 219

Carlos Larrinaga Rodríguez
**El abastecimiento de agua en una ciudad industrial: Bilbao (España), 1877-1936** 237

## Reseñas bibliográficas

Anahí Copitzy Gómez Fuentes
MORENO, José Luis 2021:
*Acaparamiento y deterioro del agua en el noreste de Sonora. El caso de la mina de Cananea 1899-2020. Hermosillo* 251

Informe estadístico del proceso editorial de Agua y Territorio (2023) 253

# Index

## Dossier

Jordi Bolòs
Water and landscape history in the Crown of Aragon: different approaches ____ 7

Ramon Martí Castelló, Joan Negre Pérez
Water and settlement in the lower course of the Ebro River: the agrarian spaces of the city of Tortosa in Antiquity and Middle Ages ____ 25

Jordi Bolòs
Water and landscape history in Catalonia: novelties and resilience throughout the Middle Ages. The example of Lleida ____ 45

Enric Vicedo-Rius
The organization of irrigation in the Segrià, Lleida area (Catalonia, Spain), 1640-1870: institutional efficiency in the face of the "tragedy" of commonly used resources ____ 65

## Miscellany

Anderson Mikael de Souza Silva, Filipe da Silva Peixoto
Capture and use of groundwater in Mossoró-RN, Brazil ____ 83

Alina de la Caridad Morell Bayard, Liliana Gómez Luna
The practical significance of Ecohydrology: an analysis of its potential for the study of hydrographic basins ____ 97

Ángel Omar Aldape García, Alicia Torres Rodríguez, Marco Luis Patiño Palomares
Disposition of the residents of Mezcala de la Asunción, México, to solve the problem of solid waste considering their biocultural narratives: a qualitative study from the Theory of Planned Behavior (TPB) ____ 117

Angee Rowena Córdoba Guatavita, Aura Melissa Hernández Pinzón, José Vicente Ospina Sogamoso
Uses and conceptions of water as a vital element in the indigenous reservation "La Victoria" of the Piapoco and Achagua ethnic groups: transit from the nomadic to the sedentary ____ 133

Edith Miriam García Salazar, Hugo Nathanael Lara Figueroa
Water sufficiency in Hidalgo, Mexico: a vision from the Human Right to Water ____ 151

Thaer Huraini
Towards the development of agricultural insurance in Palestine in considering the challenges of water and land ____ 173

Rafael Brugnolli Medeiros, Luiz Carlos Araujo dos Santos
Water quality, land use and land cover: subsidies for water resources management in the Pindaré river watershed, Maranhão - Brazil ____ 187

Marta Luciane Fischer, Caroline Filla Rosaneli
A meeting between Potter and Boaventura on the banks of the Belém River: what still needs to be said about universal access to drinking water? ____ 203

# Index

Pablo Aznar-Crespo, Antonio Aledo, Guadalupe Ortiz, Josep Tur-Vives
**How to write flood warning messages** 219

Carlos Larrinaga Rodríguez
**The water supply in an industrial city: Bilbao (Spain), 1877-1936** 237

## Book reviews

Anahí Copitzy Gómez Fuentes
MORENO, José Luis 2021:
*Acaparamiento y deterioro del agua en el noreste de Sonora. El caso de la mina de Cananea 1899-2020. Hermosillo* 251

Editorial statistics Water and Landscape (2023) 253

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# Agua e historia del paisaje en la corona de Aragón: distintas aproximaciones

## *Water and landscape history in the Crown of Aragon: different approaches*

**Jordi Bolòs**
Universitat de Lleida
Lleida, Cataluña, España
jordi.bolos@udl.cat
ORCID: 0000-0001-6495-9630

**Información del artículo**
**Recibido:** 7/10/2022
**Revisado:** 25/05/2023
**Aceptado:** 9/07/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.7401

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMEN**

Con este estudio se persigue valorar la importancia que ha tenido el agua de regadío en los territorios de la Corona de Aragón y mostrar los cambios provocados en el paisaje por la utilización del agua a lo largo de los últimos dos mil años. Se analizan principalmente las transformaciones que se produjeron durante la Edad Media, señalándose la importancia de relacionar dichos cambios con las mutaciones acaecidas en la sociedad. De un modo especial, se presentan los distintos enfoques que han existido a la hora de plantear la difusión de los sistemas hidráulicos durante los siglos andalusíes. Se resumen las aportaciones realizadas sobre este tema en Cataluña, el País Valenciano, las Islas Baleares y Aragón. Se concluye reconociendo los notables avances que han existido, permitiendo comprender el origen de muchas acequias y de numerosos espacios irrigados y las mutaciones que han padecido hasta la actualidad.

**PALABRAS CLAVE:** Espacios irrigados, Acequias, Corona de Aragón, Sociedad medieval, Al-Andalus.

**ABSTRACT**

This study aims to assess the importance of irrigation water in the territories of the Crown of Aragon and show the changes that the use of water has caused in the landscape over the last two thousand years. The transformations that occurred during the Middle Ages are mainly analyzed, pointing out the importance of relating these changes with the mutations that occurred in society. In a special way, the different approaches that have existed when proposing the diffusion of hydraulic systems during the Andalusian centuries are presented. The contributions made on this subject in Catalonia, Valencia, the Balearic Islands, and Aragon are summarized. It concludes by acknowledging the remarkable advances that have existed, which allow us to understand the origin of many ditches and numerous irrigated spaces and the mutations they have suffered to date.

**KEYWORDS:** Irrigated spaces, Irrigation ditches, Crown of Aragon, Medieval society, Al-Andalus.

## A água e a história da paisagem na Coroa de Aragão: diferentes abordagens

**RESUMO**

Este estudo tem como objetivo avaliar a importância da água de irrigação nos territórios da Coroa de Aragão e mostrar as mudanças que o uso da água causou na paisagem ao longo dos últimos dois mil anos. As transformações ocorridas durante a Idade Média são analisadas principalmente, apontando a importância de relacionar essas mudanças com as mutações ocorridas na sociedade. De maneira especial, são apresentadas as diferentes abordagens que existiram ao propor a difusão dos sistemas hidráulicos durante os séculos do governo de Al-Andalus. As contribuições feitas sobre este assunto na Catalunha, no País Valenciano, nas Ilhas Baleares e Aragão são resumidas. Conclui reconhecendo os notáveis avanços ocorridos, que permitem compreender a origem de muitos canais de irrigação e numerosos espaços irrigados e as mutações que sofreram até à data.

**PALAVRAS CHAVE:** Espaços irrigados, Canais de irrigação, Coroa de Aragão, Sociedade Medieval, Al-Andalus.

## L'eau et l'histoire du paysage de la Couronne d'Aragon : différentes approches

**RÉSUMÉ**

Cette étude vise à évaluer l'importance de l'eau d'irrigation dans les territoires de la Couronne d'Aragon et à montrer les changements que l'utilisation de l'eau a provoqués dans le paysage au cours des deux mille dernières années. Les transformations survenues au cours du Moyen Âge sont principalement analysées, en soulignant l'importance de mettre en relation ces changements avec les mutations survenues dans la société. De manière particulière, les différentes approches qui ont existé pour proposer la diffusion des systèmes hydrauliques au cours des siècles de gouvernement d'Al-Andalus sont présentées. Les contributions faites à ce sujet en Catalogne, dans le Pays Valencien, aux Baléares et en Aragon sont résumées. Il conclut en reconnaissant les avancées remarquables qui ont existé, qui permettent de comprendre l'origine de nombreux canaux d'irrigation et de nombreux espaces irrigués et les mutations qu'ils ont subies jusqu'à présent.

**MOTS-CLÉ:** Espaces irrigués, Canaux d'irrigation, Couronne d'Aragon, Société médiévale, Al-Andalus.

## L'acqua e la storia del paesaggio nella Corona d'Aragona: diversi approcci

**RIASSUNTO**

Questo studio intende valutare l'importanza dell'acqua irrigua nei territori della Corona d'Aragona e mostrare i cambiamenti che l'uso dell'acqua ha determinato nel paesaggio negli ultimi duemila anni. Vengono principalmente analizzate le trasformazioni avvenute durante il Medioevo, sottolineando l'importanza di mettere in relazione questi cambiamenti con le mutazioni avvenute nella società. In modo particolare vengono presentati i diversi approcci che sono esistiti nel proporre la diffusione dei sistemi idraulici durante i secoli governo di Al-Andalus. Sono riassunti i contributi fatti su questo argomento in Catalogna, in Valencia, nelle Isole Baleari e in Aragona. Si conclude riconoscendo i notevoli progressi che sono esistiti, che ci consentono di comprendere l'origine di molti canali e numerosi spazi irrigui e le mutazioni che hanno subito fino ad oggi.

**PAROLE CHIAVE:** Spazi irrigui, Fosse d'irrigazione, Corona d'Aragona, Società medievale, Al-Andalus.

## Introducción

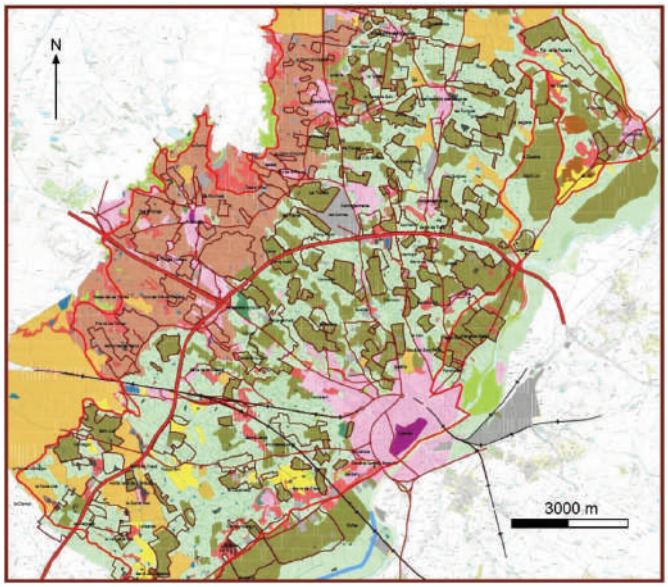
A lo largo de los últimos decenios, en varios países europeos se han realizado importantes estudios sobre la historia del paisaje. Con estas investigaciones se intenta comprender cómo se creó y cómo se ha transformado a lo largo de los siglos todo aquello que podemos observar alrededor nuestro, desde un lugar determinado. Estos estudios se pueden realizar en zonas poco alteradas y también en territorios que han padecido a lo largo de los siglos —o muy a menudo en los últimos decenios— cambios considerables. Los estudios sobre los paisajes pretéritos siempre deben tener presente las características de las sociedades del pasado y las mutaciones que se han producido en cada época. Los cambios acaecidos en la sociedad, la economía y las instituciones han repercutido en el paisaje que actualmente vemos en nuestro alrededor, casi siempre un entorno básicamente humanizado. Quizás podamos hallar el inicio de los trabajos sobre la historia del paisaje en Inglaterra, en las obras primerizas de William G. Hoskins[1]. Podemos recordar asimismo las aportaciones, con un eminente carácter pedagógico, de Mick Aston[2]. Y, actualmente, debemos mencionar las notables investigaciones de Stephen Rippon, que profundizan en la historia de la sociedad y que persiguen comprender la organización del territorio en la época altomedieval utilizando un conjunto variado de fuentes[3].

En Cataluña, los estudios sobre el paisaje histórico se han visto muy influenciados por dos escuelas francesas, que han centrado la atención o bien en la morfogénesis de los núcleos de población[4] o bien en los trabajos de arqueogeografía; estas últimas investigaciones son dirigidas por Gérard Chouquer, que empezó estudiando centuriaciones romanas y últimamente ha centrado la atención en los paisajes de la Alta Edad Media[5]. Por otro lado, debemos señalar los lazos estrechos que han unido las aportaciones sobre la historia del paisaje y los estudios arqueológicos, como se ha podido apreciar en Italia, a raíz de las excavaciones llevadas a cabo en algunos yacimientos altomedievales[6].

Otra línea de investigación sobre el paisaje histórico se ha centrado en el estudio de los espacios irrigados y, de un modo especial, de los cambios acaecidos en el mundo rural en época islámica. Fueron punteras las investigaciones emprendidas por parte de Miquel Barceló, inicialmente en la isla de Mallorca[7], aplicando una metodología que pronto se utilizó en el País Valenciano, Andalucía, Aragón y Cataluña. Asimismo, tuvieron importancia las relaciones con historiadores franceses, como Pierre Guichard y André Bazzana, o norteamericanos, como Thomas F. Glick[8].

Podríamos alargar mucho las referencias a los estudios realizados en Europa a lo largo de los últimos decenios, que han perseguido profundizar en el conocimiento de la historia del paisaje. En último lugar, solo queremos señalar la importancia que han tenido, sobre todo desde un punto de vista metodológico, los trabajos de caracterización del paisaje histórico, de un modo especial los impulsados con el proyecto inglés Historic Landscape Characterisation (HLC)[9]. Los resultados obtenidos en Inglaterra precisamente nos condujeron a iniciar, en 2010, en Cataluña, el proyecto PaHisCat, en el que se estudió la caracterización de distintas unidades de paisaje. Una de estas unidades de paisaje era la *Horta de Pinyana* (fig. 1), una zona irrigada desde la Alta Edad Media, ubicada al norte de la ciudad de Lleida[10]. Conviene llamar la atención, en relación con estos trabajos

Figura 1. Caracteres históricos de las parcelas de la unidad de paisaje de la Horta de Pinyana (Segrià, Lleida). Fragmento del mapa




Fuente: Proyecto PaHisCat (Universitat de Lleida; Observatori del Paisatge).

[1] Hoskins, 1955.
[2] Aston, 1985.
[3] Rippon 2012, 2014, 2018 y 2022.
[4] Fixot y Zadora-Rio, 1989 y 1994. Fabre *et al.*, 1996. Berthe y Cursente, 2001.
[5] Chouquer, 2008, 2014 y 2020.
[6] Francovich y Hodges, 2003.
[7] Barceló *et al.*, 1986.
[8] Guichard, 1976. Bazzana, 1992. Glick, 1970.
[9] Clark, Darlington y Fairclough, 2004. Turner, 2010 y 2018.
[10] Bolòs, 2010. En relación con las unidades de paisaje: Nogué y Sala, 2010.

que persiguen caracterizar el paisaje mediante la búsqueda del origen histórico del carácter de las distintas parcelas de tierra, que no solo se busca el conocimiento del pasado, sino que también se valora de un modo muy especial la difusión de los conocimientos obtenidos y la posibilidad de que los resultados del proyecto puedan facilitar una gestión adecuada del territorio.

En los países mediterráneos —de un modo parecido a lo que ocurre en la mayoría de los países del mundo— la posibilidad de disponer de agua siempre ha sido fundamental. Cuando, por ejemplo, en la Edad Media, se escogía un lugar en donde se deseaba construir un hábitat, lo primero que se tenía presente era la proximidad de un río, un torrente o una fuente[11]. En muchas comarcas de Cataluña encontramos que predomina un poblamiento disperso. La población, por lo menos desde la Plena Edad Media, vive en viviendas aisladas, en medio de campos y bosques. Son los llamados *masos* (plural de *mas*), en catalán. Cerca de cada *mas* casi siempre podemos encontrar una fuente[12]. Evidentemente, en relación con muchos pueblos podríamos descubrir una realidad parecida.

Las viviendas tienen que disponer de agua y, en muchos lugares, también es importante que las tierras cultivadas puedan ser irrigadas. En Cataluña, en época romana, ya se construyeron algunos acueductos, como el que hallamos en Els Arcs, en el término municipal de Sant Jaume dels Domenys, en el Penedès, o los descubiertos al lado de los ríos Francolí y Gaià, en el Camp de Tarragona[13]. En algunos casos servían para transportar agua hasta una *villa* rural. Quizás también algunos canales sirvieron para regar tierras próximas. Asimismo, se ha indicado que a veces se construyeron canales de drenaje[14]. Sin embargo, el ocaso del mundo romano y el inicio de la Edad Media supuso una mutación muy importante en la economía y en la sociedad, que evidentemente afectó la continuidad y la justificación de dichas instalaciones de riego, situadas cerca de las *villae* residenciales, que, a lo largo de estos siglos de transición, se abandonaron[15].

Después de los estudios realizados estos últimos años, nos damos cuenta de que la sociedad de los siglos VI-VIII tuvo unas características propias y diferenciadas, en todo el Occidente europeo. En la sociedad de los albores del Medioevo se mezclaban unos señores (que podían vivir en *castra*) que poseían unos dominios de tradición clásica, a menudo todavía con unos esclavos que trabajaban los campos, con unas comunidades rurales que tenían una cierta capacidad de transformar el paisaje de los lugares en donde vivían y que, seguramente, en algunos casos, eran capaces de decidir aquello que querían sembrar o plantar en sus tierras[16]. Fueron unos siglos en que se produjeron cambios importantes, que, por desgracia, conocemos muy poco, a pesar de que condicionaron el paisaje futuro en múltiples aspectos. Como han demostrado las excavaciones arqueológicas que se han llevado a cabo últimamente, en muchos lugares existió una multitud de pequeñas aldeas, pobres (a menudo con las viviendas de tapia o madera), diseminadas por todo el territorio[17].

## Acequias y espacios irrigados

Sabemos que, en los países mediterráneos, antes del siglo X, se cavaron acequias y se crearon numerosos espacios irrigados. En algunos casos quizás fueron canalizaciones realizadas por comunidades rurales. En los condados catalanes se documenta, en época carolingia (siglos VIII-X), un elevado número de pequeños huertos (tierras irrigadas), de molinos con rodezno y también alguna canalización más importante, que a menudo se puede relacionar con una ciudad o con una familia condal[18]. Más adelante, en otro capítulo, estudiaremos las acequias que existían antes del año 1000, cerca de Girona, de Elna o de Barcelona. Como comentaremos, es imposible asegurar si todas las canalizaciones se construyeron en los siglos VIII-X o si, en algunos casos, ya existían antes de estas centurias en que gobernaban los francos carolingios. Veremos algunos ejemplos relacionados con los condados de Rosellón[19], de Girona y de Barcelona[20]. Podemos suponer —sin querer ir más allá— que mientras algunos espacios irrigados se encuentran cerca de lugares ya habitados durante los primeros

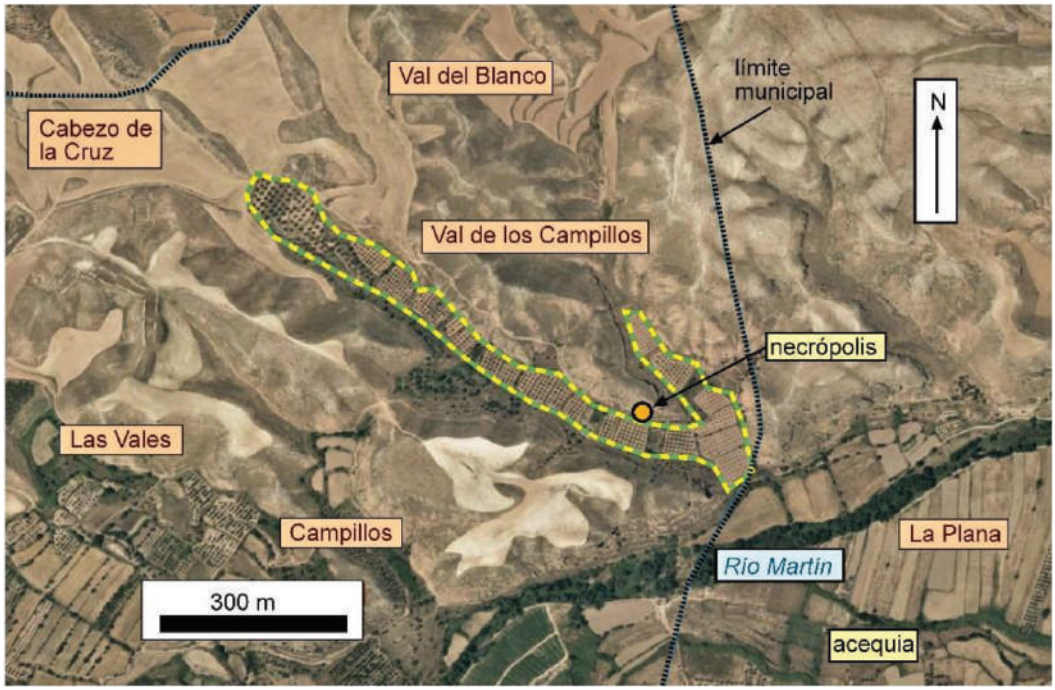
[11] Roberts, 1987, 105. Bolòs, 2004, 156.
[12] Bolòs, 1995 y 2004.
[13] Arrayás, 2002, 314. Recientemente, también se ha encontrado una canalización subterránea, un *cuniculus* de época romana, en el Vallès, cerca de Sant Pau de Riu-sec. Tiene una longitud de unos 150 m y unas características muy parecidas a las que tendrán los *qanawāt* de época islámica.
[14] Negre, 2020, 181.
[15] Wickham, 2005.
[16] Precisamente este es uno de los aspectos que se ha señalado que diferenciaba la población de época romana de la población islámica andalusí. Barceló, 1998, 11.
[17] Roig, 2011. Kotarba, 2007.
[18] Los molinos de cubo (de *cup*, en catalán; *maṣabb* en árabe) se difundieron por Cataluña en el siglo XII. Antes, los molinos pirenaicos, altomedievales, eran de *canal* o rampa, la cual muy a menudo era de madera.
[19] Ver también: Caucanas, 1995.
[20] Estudiados en este volumen por J. Bolòs. Ver también: Canal *et al.*, 2003.

siglos medievales[21], los molinos hidráulicos parece que se difundieron sobre todo después del siglo VIII. Son temas muy importantes que, en el futuro, deberán ser investigados con más profundidad. Por otro lado, creemos que, durante los primeros siglos del Medioevo, se trabajaron los fondos de valle, llamados *comes* en Cataluña y "vales" en Aragón; algunas veces, a su lado podemos encontrar yacimientos de época visigoda (fig. 2). También hablaremos de las *comes* en otro estudio publicado en este dossier.

En el siglo X, en Mallorca, se organizaron pequeños espacios cultivados, de unas pocas hectáreas, irrigados con el agua que era transportada mediante acequias y *qanawat* (plural de *qanat*)[22]. La existencia de estas minas subterráneas se tiene que relacionar con plena certeza con la llegada de una metodología conocida en el levante mediterráneo, en los países por donde se extendía la antigua Mesopotamia. Podemos señalar que, en esta misma época, en la región de Lleida, unas ciudades islámicas cada vez más prósperas construían unas acequias con una longitud de muchos kilómetros, que servían para regar las huertas urbanas, los huertos de pequeñas aldeas e incluso eran utilizadas para mover molinos. Más hacia al sur, antes del año 1000, en la huerta de la medina de Valencia se construyó una multitud de acequias con sus brazales que permitían regar los huertos que pertenecían a los habitantes de las distintas comunidades rurales que vivían alrededor de esta ciudad[23]. En relación con muchas otras ciudades, también se han estudiado las acequias y los sistemas hidráulicos, que a veces presentan un tamaño considerable, como por ejemplo en Orihuela, en donde, según los trabajos realizados, un sistema hidráulico que se debe relacionar con la ciudad, en época califal, se superpuso a unos sistemas de tamaño reducido que debían relacionarse con pequeñas comunidades rurales[24].

Al estudiar estos espacios irrigados, es muy importante poder esclarecer el momento en que se construyeron y el papel que jugaron las comunidades rurales y las elites urbanas en su planificación y realización. También es importante llegar a conocer, en todos los casos, sus características, la forma de las acequias y del parcelario, y la extensión de las tierras irrigadas. En principio, se supone que los huertos islámicos tenían

Figura 2. Los Campillos (Híjar, Teruel). Necrópolis de tumbas cavadas en la roca situada al norte del fondo de una "val" seguramente trabajada desde la Alta Edad Media




Fuente: IGN (ortofotomapa).

[21] Más adelante comentaremos unas investigaciones realizadas en Aragón, que llegan a unas conclusiones que coinciden con esta idea.
[22] Barceló *et al.,* 1986 y 1998. Kirchner, 1997, 2006, 2009, 2010, 2012a y 2012b. Glick y Kirchner, 2000. Kirchner y Retamero, 2016. Parece que, en Córdoba, en la segunda mitad del siglo VIII, ya se construyó algún *qanāt* (Ortega, 2018, 235).
[23] Guinot, 2010-2011. Esquilache, 2015 y 2018.
[24] Gutiérrez Lloret, 1995. Ortega, 2018, 371-373.

Figura 3. Meandro del río Martín (sureste de Escatrón, Zaragoza). Podemos situar varios yacimientos de los primeros siglos medievales, unas "vales" y un espacio irrigado

Fuente: IGN (año 1956). Información: Laliena y Ortega, 2005, 158.

unas formas más irregulares, como todavía se puede apreciar en Aragón, por ejemplo, en Almonacid de la Cuba (fig. 4) o en Estadilla[25]. Volveremos a hablar de ello más adelante. También es posible que, de un modo parecido a lo que se ha encontrado en la huerta de Valencia, en estos sistemas hidráulicos andalusíes no hubiera un aprovechamiento exhaustivo del territorio irrigable, lo cual parece que sí que se produjo después de la conquista cristiana, debido a la fuerte presión demográfica existente. En relación con Cataluña, pensamos, por ejemplo, que, antes de 1149, pudo existir una ocupación menos densa de las zonas de huerta que se distribuían a lo largo de la Séquia de Segrià, como expondremos en otro capítulo. Lo mismo se ha podido señalar en relación con algunas acequias aragonesas. Evidentemente, se debe tener presente la importancia que tuvieron, a menudo, las comunidades rurales en la constitución de los espacios irrigados de época temprana[26].

En relación con los cambios acaecidos en la época islámica, se ha valorado de un modo muy especial la introducción de nuevos vegetales que originalmente se cultivaban en el levante de la cuenca mediterránea o en países de Oriente. Hace unos años, Bolens y Watson hablaron de la "revolución agrícola" y Glick de la "revolución verde"[27]. A pesar del interés y la importancia de este proceso, se debe tener presente que la difusión de esta "revolución" debió ser bastante lenta. Seguro que muchas de las especies vegetales no se llegaron a difundir hasta una fecha cercana al año 1000[28]. A pesar de ello, las obras de al-Rāzī, que fueron escritas en la primera mitad del siglo X, ya mencionan los espacios irrigados de Tortosa, Tarragona, Lleida, Fraga, Monzón o Zaragoza[29]. Parece, por lo tanto, que, en esta centuria, las tierras irrigadas ya se extendían por gran parte del sector oriental de la península Ibérica, especialmente cerca de los ríos más caudalosos y de las ciudades[30]. Parece que, seguramente, en una fecha temprana, se introdujeron árboles del pomelo, arroz, berenjenas, caña de azúcar, algodón, plátanos,

[25] Ortega, 2010, 126 y 135-137. Bolòs, 2021, 468.
[26] Como exponen en un estado de la cuestión: Gilotte y Nef, 2011, 95.
[27] Bolens, 1978. Watson, 1983. Glick, 1970. Debemos tener presente, sin embargo, la reducción del número de especies que plantearon, unos años más tarde, Butzer *et al.*, 1985, 500-504. Ver también: Ortega, 2018, 224-225 y 244-249.
[28] Bazzana, 2005, 79. Trillo señala que "las fuentes desde finales del siglo IX mencionan ya ciertas de ellas". Trillo, 2004, 43.
[29] Trillo, 2004, 44-45. En relación con Tarragona, al-Rāzī expone, por ejemplo: "ha mui buen termino et fermoso et es mui regantio et complido de muchos frutos" (Millàs Vallicrosa, 1987, 3).
[30] Trillo valora la gran difusión que se produjo durante los reinados de Abd al-Rahman III y al-Hakam II, en el siglo X, y después durante las taifas (Trillo, 2004, 51).

Figura 4. Huerta de Almonacid de la Cuba (Zaragoza). Parcelario irregular y compacto, seguramente antiguo

Fuente: IGN (año 2018).

sandías, cohombros, espinacas, alcachofas, etc. Como curiosidad, podemos compararlo con las hortalizas que se vendían, durante el siglo XV, en la plaza de Sant Joan de Lleida, donde se celebraba el mercado semanal: "raïms, cireres, préssecs, magranes, cols, enciams, espinacs, raves, pèsols, llenties, alls, cebes, porros, fesols" y también "taronges, llimones, llimes, aranges, poncirs" y "cigrons"[31].

Sin embargo, no solo debemos conocer la notable difusión de todos estos productos sino, también —quizás sobre todo—, qué porcentaje suponían en una dieta equilibrada de las personas que vivían en los siglos que estudiamos[32]. Y ello conduce a plantearnos la importancia que tuvieron los distintos cereales, que a veces incluso podían sembrarse en tierras irrigadas[33]. No es preciso recordar que los cereales se podían conservar bastante tiempo guardados en silos, que se documentan muy a menudo en las excavaciones de yacimientos altomedievales[34]. Además, de acuerdo con los conocimientos que tenemos, podemos asegurar que los espacios irrigados "servían también para garantizar las cosechas tradicionales" de vides, cereales y olivos[35]. En resumen, las tierras que se podían regar pasaron de tener un papel secundario —en época romana— a tener, lentamente, un peso fundamental —durante la Alta Edad Media—. Como se ha señalado, en relación con la etapa andalusí, y como se puede comprobar leyendo la documentación de después de la conquista cristiana, la gente tenía plena consciencia que, mientras en las tierras irrigadas la cosecha estaba asegurada, en las tierras de secano la producción era mucho más aleatoria[36].

[31] Bolòs, 2008, 79. Lo podemos traducir por: uvas, cerezas, melocotones, granadas, coles, lechugas, espinacas, rábanos, guisantes, lentejas, ajos, cebollas, puerros, frijoles, naranjas, limones, limas, pomelos, cidras (*Poncirus trifoliata*) y garbanzos.

[32] En el municipio actual de Torrebesses, el fondo del valle representa solo el 3 % de la superficie del término (y el 6 % de la superficie cultivada). En época contemporánea, aproximadamente el 12 % de este fondo eran huertos, mientras casi en el 60 % restante se sembraban cereales. Se afirma que: "les faves, els fesols i els cigrons ocupaven extensions destacades en els horts i els camps"; a veces "s'assecaven i constituïen una bona reserva proteica per als mesos d'hivern". Por otro lado, "el blat es conreava en petites «parades» situades en el fons de la vall, que es regaven per inundació en cas de necessitat" (Aldomà, 2013, 48-54).

[33] Como se ha señalado: "los cereales no se cultivaban siempre en secano" (Trillo, 2004, 59). Después de la conquista de 1149, en las cercanías de Lleida, esta actividad resulta evidente, como reflejan los censos que se pagaban (Bolòs, 1993).

[34] Ver también: Gutiérrez Lloret, 2012, 49. Negre (2020, 379) hace mención de "diversos camps de sitges de grans dimensions en els extrems del tram superior i inferior de la séquia", situada en la orilla derecha del Ebro, delante de Tortosa. Cita, en concreto, los yacimientos de *Giramascor* y *Fazalforí*.

[35] Trillo, 2004, 54.

[36] Trillo, 2004, 57.

Si deseamos identificar los lugares de poblamiento andalusí en el País Valenciano y las Islas Baleares es importante que nos interesemos por los hábitats que eran considerados una alquería o un rafal (nombres que también podemos hallar, en menor medida, alrededor de Lleida y de Tortosa). A veces también se mencionan las aldeas (*diyā'*), que eran posesiones extensas[37]. Sin embargo, en la documentación de Lleida, del siglo XII, encontramos mencionada mucho más a menudo la palabra almunia[38]; dicha palabra aparece también documentada cerca de Tortosa[39]. Precisamente, André Bazzana relaciona los jardines palaciegos con la *munya*, residencia seguramente con un jardín, o el *riyād*, lugar con un palacio y vegetación [40]; no obstante, debemos pensar que, con el tiempo, también se llamaron almunias los lugares habitados por una comunidad campesina, con sus tierras, los cuales a menudo eran poseídos por miembros de las elites urbanas. Recordemos asimismo que, en relación con los jardines y los huertos, Bazzana cita la aparición de la *sāniya* (en catalán *sènia* o *sínia*) o la *nā'ūra* (que corresponde a la noria, y, en catalán, en la Edad Media, a la *nora*, nombre fosilizado en algún topónimo). En Tortosa, al norte de la ciudad, se ha documentado la existencia de pocas acequias y, en cambio, de numerosas norias (*sínies*)[41]. Podemos encontrar norias en muchos otros lugares; parece que ya se empezaron a difundir a lo largo del mismo siglo VIII[42].

Por lo que se refiere al tamaño de las huertas, debemos diferenciar las huertas pequeñas, de una comunidad rural, de las grandes huertas, que se relacionan con las largas canalizaciones que encontramos cerca de las ciudades[43]. En Mallorca, algunos sistemas hidráulicos tenían unas dimensiones muy reducidas, que oscilaban entre unas 7 ha y unas 15 ha, como máximo[44]. Asimismo, en Mallorca se pueden hallar vertientes irrigadas cubiertas de terrazas o bancales, al lado de fondos de valle también irrigados[45]. Contrariamente, al oeste de Lleida, en una zona cercana al río Segre, extensa y llana, regada por la acequia de Alcarràs y la Séquia Major de Segrià, que corresponde a las partidas de Rufea y de Butsènit, se podía irrigar una superficie de más de 450 ha. Debemos señalar que los condes de Barcelona y de Urgell, después de la conquista de 1149, se apropiaron precisamente de esta extensa partida de tierra de Rufea, situada a poco más de un km de los muros de la antigua medina. En relación con los espacios irrigados, también se debe diferenciar el origen del agua: una fuente o manantial, un torrente o curso de agua marginal y un río importante. En época andalusí (y en la Alta Edad Media) a menudo se preferían las dos primeras posibilidades, a pesar de que encontramos excepciones (como en el caso de la primera Séquia de Fontanet, que estudiaremos en otro capítulo, que cogía el agua del Segre).

Uno de los aspectos que se ha señalado que diferenciaban los sistemas de regadío de época andalusí y los sistemas hidráulicos de época feudal se refiere al modo como se producía el reparto del agua. En el mundo islámico en principio eran las comunidades rurales las que establecían los turnos de utilización del agua para regar[46]. A pesar de que esta afirmación sirva para diferenciar las huertas andalusíes de las feudales, debemos tener presente que lo que hallamos en el mundo musulmán era parecido a lo que habríamos encontrado en otras sociedades pre-feudales (también cristianas). Por ejemplo, en los condados catalanes, antes del año 1000, las comunidades campesinas se repartían el uso de los molinos (que seguramente habían construido ellos mismos) a lo largo de los días y las noches de la semana. Quizás se pueda proponer —a pesar de que sea difícil de demostrar— que, antes del siglo XI, en algunas acequias de la Cataluña Vieja, habríamos hallado una realidad parecida a la que encontramos en las canalizaciones de las comunidades islámicas. Evidentemente, como todo el mundo conoce, en las sociedades cristianas de después del año 1000, se produjeron cambios importantes, que favorecieron el control de los señores sobre el campesinado y que provocaron la

[37] Manzano, 2020, 281. En Lleida, a fines de los siglos andalusíes, todas las aldeas (diyā') poseían una torre (*burǧ*) y un refugio subterráneo (sirdāb) (Bramon, 2000, 113).

[38] Lo mismo ocurre en las tierras aragonesas (por ejemplo, en la comarca de Monzón) (Sénac, 2006, 68).

[39] Negre, 2020, 385-386.

[40] Bazzana, 2005, 82. Encontramos "reals" en Lleida. En Tortosa se habla de *arralials* o *raals*, que se han relacionado con el nombre árabe *riyād* (Negre, 2020, 388).

[41] Se menciona en la documentación la existencia de pozos, norias y albercas (en catalán: *pous sínies*, *safareigs*). En un documento de 1176: "*puteo et cenia et çafareg*" (Virgili, 2001, 218). Alberca proviene del árabe *birha* y *safareig* tambien deriva de esta misma lengua, *ahrīj* (Glick y Kirchner 2000, 304).

[42] Glick y Kirchner 2000, 298. Consultar también: Glick, 2007, 122-123 y Ortega, 2018, 231.

[43] La existencia de microsistemas, de macrosistemas e incluso de una mesoescala ha motivado numerosas discusiones en relación con su posible origen. Podemos leer: Glick, 2007, 102, 128. Ver también: Negre, 2020, 371-372.

[44] Kirchner y Retamero, 2016, 66-67.

[45] Kirchner y Retamero, 2016, 75. Kirchner, 1997. Consultar también: Barceló, 1995, 30.

[46] Se ha supuesto que podía provenir del norte de África. En el siglo III, en época romana, ya existían unos turnos de reparto del agua (Glick, 1996, 62, publicado en 1989).

aparición de monopolios señoriales del agua, el horno o la herrería[47]. Luego, estas transformaciones se impusieron en los territorios conquistados a lo largo de los siglos siguientes[48].

## Después de la conquista cristiana

En el siglo XII, casi cuatro siglos después del inicio del proceso de conquista empezado por los reyes francos carolingios, concluyó la conquista de la llamada Cataluña Nueva por parte de los condes catalanes, con los sitios de Tortosa (1148), Lleida (1149) y Siurana (1154). En Aragón, Zaragoza había sido conquistada en 1118 y Teruel lo fue el año 1171. Más tarde, a lo largo de la primera mitad del siglo XIII, Jaime I, como monarca de Aragón y de Cataluña, conquistó Mallorca y el reino de Valencia. Evidentemente, los cambios políticos y sociales que se derivaron de estas guerras tuvieron una fuerte repercusión en los paisajes de los territorios ocupados y, muy a menudo, repoblados. Como hemos estudiado en Lleida, después de la conquista cristiana, se crearon nuevas acequias e incluso se prolongaron las que ya existían. En Aragón, se ha apreciado una realidad muy parecida, por ejemplo, en los sistemas hidráulicos situados alrededor de Zaragoza, en donde se ha podido asegurar que, a lo largo de los siglos XII y XIII, también se construyeron nuevas canalizaciones[49].

Ya a fines de la Edad Media, en relación con algunas ciudades catalanas, se construyeron grandes canalizaciones. En el Rosellón estas fueron promovidas por los reyes de Mallorca (que durante unos decenios fueron los monarcas de este territorio). En la primera mitad del siglo XIV se excavó el llamado Rec reial de Tuïr, con una longitud de 34 km. Se consiguió que el agua del río Tet regara una extensa zona del Rosellón y llegara hasta la ciudad de Perpiñán, donde movía la noria que se alzaba al lado del castillo del rey[50]. Fue una obra muy notable, que tuvo una fuerte repercusión en el territorio. En Manresa, en 1339, una acequia con 26 km de longitud fue impulsada por la comunidad urbana, que, en este caso, tuvo que hacer frente a las trabas puestas por el obispo de Vic; se concluyó en 1383. Antes, en Puigcerdà, hacia 1178, se había construido otra canalización destinada a proveer de agua dicha villa, sin que pudieran aprovecharse de ella los habitantes de los pueblos por donde discurría[51]. Asimismo, la acequia de Xerta (cerca de Tortosa) no es de época islámica sino de fines del siglo XII o de principios del XIII[52]. En relación con el País Valenciano, a partir del año 1258, se construyó la Séquia Reial del río Xúquer[53]. Podríamos ampliar fácilmente el número de ejemplos mencionados.

En relación con el agua y el paisaje, también podemos señalar otros cambios. En la isla de Mallorca, como ha estudiado Antoni Mas, después de la conquista de los reyes catalano-aragoneses, se crearon *albellons*, unas minas que no estaban destinadas al riego sino al drenaje de amplios territorios del interior de la isla[54]. No fue un caso único de uso de minas o acequias de drenaje. Aquellos que han estudiado el territorio de la ciudad de Tortosa, en época andalusí, ya han señalado la importancia que tuvieron los canales de drenaje en las tierras situadas hacia el sur de la medina y en la orilla derecha del Ebro[55]. También se conocen los procesos de desecación de lagunas, como las que existían en la comarca del Rosellón.

## Distintas aportaciones

Las aportaciones de este dossier tratan sobre distintos territorios de la Corona de Aragón o Corona catalano-aragonesa. Enric Guinot, de la Universitat de València, en su trabajo aporta las bases necesarias para conocer y poder valorar cómo se produjo la organización de las zonas irrigadas de la huerta de la ciudad de Valencia, después de los importantes estudios que se han llevado a cabo a lo largo de los últimos años. El que firma estas líneas aporta un estudio que nos acerca a la evolución de los sistemas hidráulicos de Cataluña y, de un modo especial, del territorio de Lleida. Intenta profundizar en algunos de los temas que tratamos en este capítulo introductorio. A continuación, Enric Vicedo, asimismo profesor de la Universitat de Lleida, nos permite conocer las características y la gestión de las canalizaciones

[47] Bonnassie, 1979-1981, vol. 2, 58-59.
[48] Glick y Teixeira, 2002-2003, 215. Sesma, Utrilla y Laliena, 2001, 225-226. Ortega, 2010, 133.
[49] Ortega, 2010, 137-138.
[50] Caucanas, 1995, 269-278.
[51] Kirchner, Oliver y Vela, 2002.
[52] Virgili y Kirchner, 2019, 418.
[53] Es importante tener presente que: "el reg islàmic era d'escassa entitat, perquè no prenia l'aigua del Xúquer [...], sinó de captacions secundàries. [...] La sèquia Reial d'Alzira va ser la primera a prendre directament les aigües del Xúquer" (Furió y Martínez, 2000, 26). Ver també: Gual, 1979, y Barceló, 1998, 12.
[54] Mas, 2021.
[55] Negre, 2020, 285, 376-383. Kirchner y Virgili, 2018. Virgili y Kirchner, 2019.

de esta ciudad a lo largo de las edades moderna y contemporánea; las analiza en cuanto Recursos de Uso Común (RUC) y concluye que han sido gestionadas de un modo adecuado a lo largo de los siglos, de acuerdo con la propuesta de Elinor Östrom. Ramon Martí y Joan Negre, de la Universitat Autònoma de Barcelona, centran su atención en el estudio de la evolución de la utilización del agua en la región de Tortosa, sector meridional de Cataluña.

En este dossier no se incluye ningún estudio sobre la historia del regadío en Aragón. Por ello, creemos importante comentar algunas aportaciones que se han publicado estos últimos años sobre los espacios irrigados que existieron en este territorio. En primer lugar, debemos mencionar una investigación sobre la cuenca del río Aguasvivas, afluente del Ebro que se desliza entre las provincias de Teruel y Zaragoza. Este estudio permitió relacionar los lugares habitados en época andalusí y los *husun* o fortificaciones que se edificaron en este periodo con los azudes y las acequias que permitían regar las distintas áreas de esta cuenca fluvial. El trabajo no se detuvo en el momento de la conquista cristiana; los autores también profundizaron en el estudio de la evolución de estos espacios hidráulicos después de la llegada de los señores feudales[56]. Cabe señalar, sin embargo, que, a pesar de reconstruir la red de azudes y acequias, no ahondaron en el análisis de las características del parcelario de las tierras irrigadas. Realmente, en los ortofotomapas contemporáneos se puede observar una clara diferencia entre lo que encontramos, por ejemplo, en Almonacid de la Cuba (fig. 4), donde existe un parcelario bastante irregular, y el parcelario que hallamos en Vinaceite o Almochuel (fig. 5), mucho más regular, con unos huertos organizados en franjas o bandas coaxiales de tierra, divididas en pequeñas parcelas bien diferenciadas. Dichas franjas coaxiales se relacionan en Aragón, Cataluña (fig. 6) y el País Valenciano con un parcelario de colonización.

A pesar de ello, en la actualidad, resulta muy difícil poder fechar de un modo seguro los distintos tipos de parcelario. Solo podemos hacer suposiciones lógicas y pensar que, por ejemplo, en este último caso, las franjas coaxiales son posteriores a la conquista feudal y, en el primer caso, los huertos de Almonacid quizás mantienen unas características heredadas de la época andalusí. Debemos señalar que J. M. Ortega también se ha interesado por las características de los parcelarios que podemos encontrar en las tierras irrigadas aragonesas y ha analizado los de Alcañiz, de Alborge, de cerca de Magallón y de Peñaflor[57].

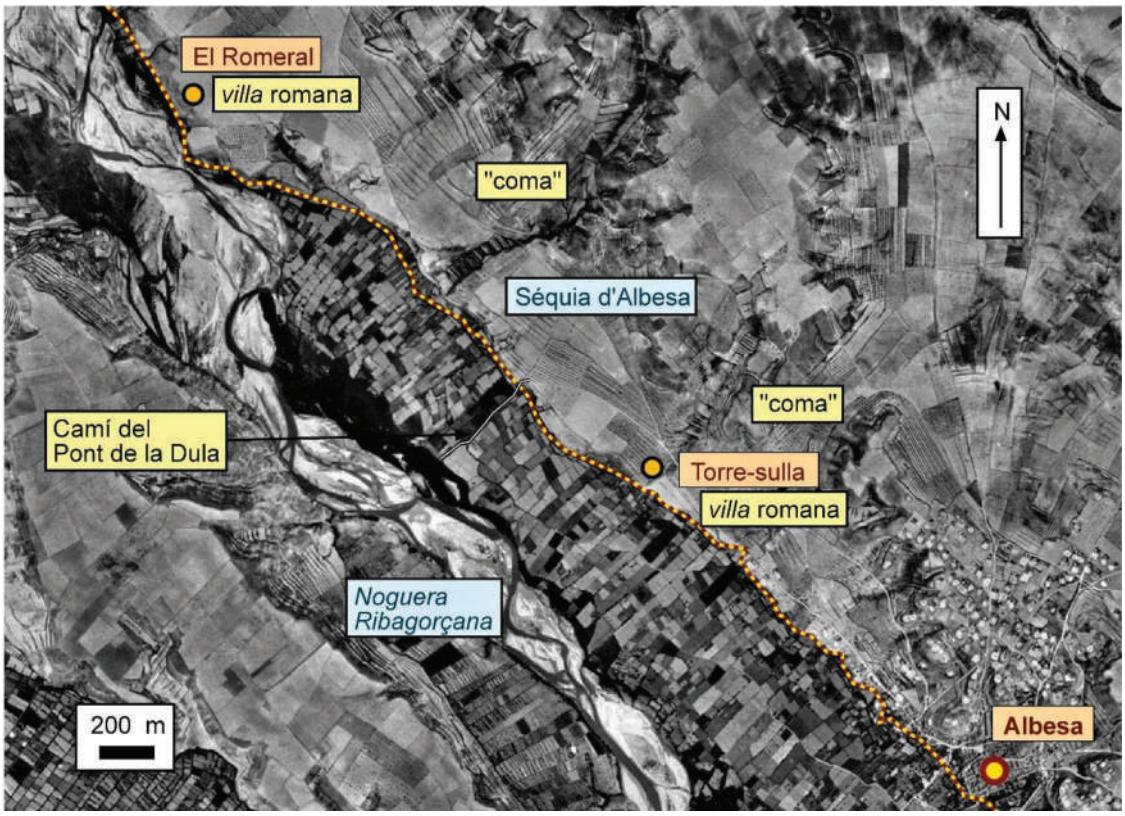
Figura 5. Almochuel (Zaragoza). Huertas situadas al este de la población. Franjas coaxiales seguramente posteriores a la conquista feudal

Fuente: IGN (1956).

[56] Sesma, Utrilla y Laliena, 2001.

[57] Ortega, 2010.

Figura 6. Séquia d'Albesa (Albesa, Lleida), *villae* romanas del Romeral y de la Torre-sulla, y varias "comes". Distintos elementos del paisaje de distintas épocas que coinciden en este lugar




Fuente: ICGC © (año 1946).

Otra aportación, que en este caso se centra en la cuenca del río Martín, situada al este de la del río de Aguasvivas, nos permite profundizar en dos aspectos importantes, poco tratados hasta la fecha. En primer lugar, se señala una coincidencia entre pequeños valles ("las vales") con lugares en donde se han hallado yacimientos altomedievales: poblados y necrópolis de tumbas cavadas en la roca (fig. 2)[58]. Es una relación parecida a la que encontramos en Cataluña entre las *comes* y las tumbas vaciadas en una roca (por ejemplo, de Maldanell)[59]. En segundo lugar, los autores llaman la atención sobre la proximidad de algunos poblados de los primeros siglos medievales y unos espacios seguramente irrigables, situados, en este caso, cerca de un meandro del río Martín. Opinan que las acequias que se relacionaban con estos yacimientos debían tener un tamaño reducido[60]. En este aspecto, dicha conclusión coincide asimismo con lo que pensamos que existió, en Cataluña, a lo largo del río Ripoll (por ejemplo, en Jonqueres), que analizaremos en otro capítulo. Volviendo a Aragón, cabe señalar que, en uno de los lugares estudiados, cerca de Escatrón, no solo se distinguen dos acequias creadas en momentos distintos sino también distintas "vales", que se superponen al espacio irrigado por dichas canalizaciones (fig. 3).

## Conclusión

Como conclusión, debemos valorar mucho las notables aportaciones que se han realizado a lo largo de estos últimos decenios, que han permitido avanzar en el conocimiento de unas sociedades y de unos paisajes irrigados característicos de las tierras mediterráneas. A pesar de ello, no podemos obviar en la presentación de este dossier que hay algunos aspectos en los que existen importantes discrepancias entre los distintos trabajos que estudian la construcción de las acequias y la creación de los espacios de regadío medievales[61]. Un primer aspecto

[58] Laliena y Ortega, 2005, 117 y 154.
[59] Bolòs, 2015, 95-99.
[60] Laliena y Ortega, 2005, 166. Ortega, 2018, 226 ("pequeñas huertas que, con acequias de corto recorrido, ponían en cultivo el interior de pequeños meandros", por ejemplo cerca de Albalate del Arzobispo). Es una realidad que coincide con lo hallado cerca del Tolmo de Minateda (Gutierrez Lloret, 2011, 213) o en Cataluña, como plantearemos en otro capítulo.
[61] Podemos contrastar las visiones de Guichard (1976), con las de Acién (1997), de Barceló (1998) y de Manzano (2020, 17-20).

en el que los estudiosos no se ponen de acuerdo es sobre la cronología de los cambios. ¿Qué repercusión tuvieron en la sociedad y la economía las transformaciones que se produjeron a lo largo del siglo VIII, poco después de la conquista de árabes y bereberes?[62] ¿Supuso realmente un cambio inmediato en las relaciones sociales y en las características de las comunidades campesinas?[63] ¿Fue muy masiva la llegada de poblaciones islámicas o quizás existieron grandes diferencias entre los distintos territorios?[64] ¿Qué importancia tuvieron los clanes en las etapas iniciales de la historia de Al-Andalus?[65] ¿Cómo afectó la llegada de una sociedad tribal sobre el conjunto de la población todavía cristiana y cuánto tiempo duró la existencia de dichas comunidades tribales, segmentarias?[66] Ahondando en el tema: ¿cuándo se construyeron los primeros espacios hidráulicos creados por comunidades culturalmente andalusíes? O también: ¿cuándo se produjo la llegada y difusión de los productos orientales que se plantaron en las huertas andalusíes, que provocaron la llamada "revolución verde", que hemos mencionado anteriormente?[67] Son preguntas que todavía actualmente pueden tener distintas respuestas según las plantees a un historiador o a otro. Un aspecto quizás menos discutido es el peso social y económico que tuvieron, a partir del siglo X, las ciudades y las elites urbanas que vivían en ellas[68]. La creación del califato de Córdoba supuso un cambio importante en la sociedad, la economía y la mentalidad, que se consolidó con la constitución de las distintas taifas. Debemos tener presente que se ha señalado que, entre los inicios del siglo VIII y mediados del siglo X, la población, en algunos lugares de Al-Andalus, casi se había triplicado[69].

También debemos tener presente que esta problemática se ve de un modo distinto en el País Valenciano, en Mallorca, en Cataluña o en Andalucía, por ejemplo. En Cataluña, vemos el siglo VIII como una época de conquista y de control del territorio, en especial de los lugares de paso y fronterizos, de las fortificaciones y de las antiguas tierras fiscales[70]. Fue cuando los *baladiyyun* se instalaron en el territorio[71]. Algunas comunidades árabes y sobre todo bereberes (que a menudo se instalaban en zonas de secano) se establecieron en distintos lugares con el fin de controlar el país, de una manera que, en cierto modo, tiene un parecido con aquello que hicieron, por ejemplo, los francos carolingios durante la segunda mitad de este siglo y durante el siglo IX[72]. Debemos tener también presente que, en la Cataluña Vieja, después del año 801, fecha de la conquista de Barcelona por parte del hijo de Carlomagno, hallamos una sociedad que parece poco transformada, que se regía por las leyes visigodas, que mantenía muchas propiedades seguramente poseídas a lo largo de varias generaciones y que pasó a ser gobernada por las antiguas elites terratenientes[73]. Teniendo presente esta realidad, resulta muy difícil valorar la trascendencia que pudo tener la llegada de comunidades bereberes y árabes en la Cataluña Vieja (y en el resto de Cataluña), durante los decenios de este siglo VIII, y resulta dudosa la imposición general de una sociedad tribal, de comunidades consideradas como segmentarias, que fueran capaces, al mismo tiempo, de introducir una tecnología hidráulica parecida a la que en principio existía en los países de origen[74]. Seguramente, lo que se produjo en Mallorca dos siglos más tarde, en 902, ya fue muy distinto[75]. Incluso en Cataluña, en los territorios conquistados por los condes de Barcelona durante el siglo X, la realidad social y económica que se encontraron ya era notablemente distinta, como se puede apreciar en lugares como Alió o Bràfim (en la comarca del Alt Camp, a unos 18 km de Tarragona).[76] En el año 959, en Bràfim, el "huerto de Abrahim" (*ortum de Habrahim*)[77], como se

[62] Salvatierra y Canto, 2008, 208-216.
[63] Se debe tener presente que en algunos (o quizás en muchos) casos hubo una continuidad en el poblamiento antes y después del siglo VIII (Gutiérrez Lloret, 2012, 47).
[64] Gutiérrez Lloret, 2012, 38.
[65] Boone, 2009, 127.
[66] Guichard, 2000, 80. Crítica contundente en Manzano, 2012, 25-27.
[67] Podemos consultar: Watson, 1983. Trillo, 2004, 42-45. Eiroa, 2010, 58-69. Ver también Manzano, 2012, 28. Gutiérrez Lloret, 2012, 40.
[68] "La fin de l'émirat et les débuts du califat constituent donc ici un moment charnière dans l'évolution du peuplement" (Sénac, 2006, 67).
[69] Boone, 2009, 158.
[70] Son interesantes los estudios realizados estos últimos años sobre los *palatia* y *palatiola*, los cuales fueron apropiados por los conquistadores islámicos inmediatamente después de la ocupación del territorio. Ver: Martí, 1999. Gibert, 2007. Nosotros creemos que dichos *palatia* ya eran unos dominios fiscales antes del año 713 (Bolòs, 2022).
[71] Boone, 2009, 23 y 68. *Baladiyyun* es un nombre que deriva de la palabra árabe *balad*, tierra. Se refiere a los conquistadores que llegaron inicialmente.
[72] Bolòs, 2022. Uno de los lugares que ocuparon fue, por ejemplo, en el extremo septentrional de Cataluña, la fortificación de Castell-rosselló (la antigua *Ruscino*), al lado de la Via Domitia (Rébé *et al.*, 2014).
[73] Las mismas elites que unos noventa años antes, en otros lugares, se habían islamizado e integrado en la sociedad de aquellos que habían conquistado su país.
[74] Bazzana y Guichard, 1981, 126-130. Barceló, 1998, 13. Por lo menos en Cataluña, resulta muy difícil defender que se produjo una migración masiva, interpretada a partir del estudio de la toponimia (Kirchner y Retamero, 2016, 58. Guichard, 1976).
[75] "The usually dense networks of peasant settlements linked to irrigated areas constituted the core of this colonisation process" (Kirchner y Retamero, 2016, 60).
[76] Alió corresponde a *al-'uyūn*, los manantiales. Coromines, 1994-1997, vol. II, 143. Bràfim, en el año 959, recibe el nombre de *ortum de Habrahim*; seguramente era una almunia.

menciona este lugar en un documento, seguramente habríamos hallado un pequeño espacio irrigado parecido al que encontramos en otros lugares de Al-Ándalus, y lo que quizás es más importante, seguramente ya existía una sociedad islamizada, desde un punto de vista religioso y cultural.

Por lo tanto, en la Cataluña Nueva, muy a menudo relacionamos los grandes cambios que ocurrieron en el paisaje de las tierras irrigadas con el progresivo proceso de islamización, con el cambio cultural de la población y con el crecimiento de unas ciudades importantes, como fueron Lleida, Balaguer y Tortosa. Parece que casi en todas partes el inicio del califato comportó el final de una etapa y el principio de una nueva realidad cultural y religiosa mucho más homogénea[78]; a pesar de ello, en este siglo X, a unos 50 km hacia el norte de Lleida, en zonas cercanas a la frontera con los condados carolingios (en Àger, en Aguilaniu y quizás en Castellonroi), todavía perduraban algunas comunidades cristianas, mencionadas en los documentos escritos[79]. La capacidad que tienen muchas comunidades de aceptar los cambios y, al mismo tiempo, mantener una fuerte continuidad ha motivado que algunos historiadores valoren de un modo especial la resiliencia que tiene la sociedad en un momento en que se producen grandes transformaciones, a veces incluso violentas[80].

Y, como veremos en otro estudio de este dossier, por lo que respecta al llano de Lleida, podemos asegurar poca cosa sobre los primeros siglos de dominio andalusí. No podemos negar que se debieron producir cambios. Sabemos que antes del siglo X —quizás incluso antes del año 713—, se aprovechaban pequeños valles (*comes* y *valls*) y algunos cursos de agua (actualmente llamados *reguers* o *clamors*), con el fin de crear espacios irrigados en general bastante reducidos. Por otro lado, sabemos que, seguramente ya en el siglo VIII, se repartieron por el territorio comunidades árabes (como los Coraichitas instalados en Massalcoreig)[81] y comunidades bereberes (como los Zenata o Iznaten, asentados en Butsènit)[82], ubicadas evidentemente en medio de muchas otras comunidades rurales mozárabes. De acuerdo con lo que hemos comentado anteriormente, dudamos sobre si tenemos que pensar que se produjo una "tribalización" de todo el conjunto de la sociedad o bien si, a pesar del papel dominante de las elites musulmanas, solo se produjo, a lo largo de los siglos VIII-X, una lenta islamización de las comunidades cristianas. Es un aspecto fundamental y, por ello, conflictivo.

A sabiendas de estas discrepancias, hemos decidido recoger en este dossier distintos estudios en donde se exponen las diferentes opiniones de los autores en relación con los cambios que se produjeron en el regadío antes, durante y después de los siglos de dominio andalusí. Creemos que el conocimiento de las ciencias sociales y de la historia, se construye lentamente y, muy a menudo, en el proceso de formación, aparecen posiciones dispares. No obstante, estas discusiones, de un modo u otro, mejoran el estudio de las sociedades que vivieron en el pasado, que fueron las que crearon los paisajes que en mayor o menor medida han llegado hasta la actualidad. Y no podemos olvidar nunca que el conocimiento de estos paisajes y de estas sociedades es importante que se traslade al conjunto de la población actual que tiene derecho a conocerlos y así poder gestionar de un modo adecuado esta parte del patrimonio cultural.

[77] Baiges y Puig, 2019, doc. 408, 421.

[78] "While the conquest of 711 certainly constitutes a significant rupture in terms of political history, it could be argued that the real transformation occurs in the first few decades of the tenth century with the consolidation of caliphal power" (Boone, 2009, 154). Toma como fundamento la afirmación de Wickham que señala que "I am more struck by the continuities between Arab/Berber political and social structures and those of their predecessors than by differences" (Wickham, 2005, 41).

[79] Sénac, 2006, 64. Bramon, 2000, 326.

[80] Walmsley, 2007, 146-147. Ver también Robert, 2021.

[81] Coromines, 1994-1997, vol. V, 223. Se ha señalado también la repoblación por parte de yemenitas de la ciudad de Fraga. Sénac, 2006, 64. Bramon, 2013, 54. En relación con los *manāzil* (plural de *manzil*), unos asentamientos: Ortega, 2018, 183-185.

[82] Coromines, 1994-1997, vol. III, 153.

## Bibliografia

Acién, M. P. 1997: *Entre el feudalismo y el islam. 'Umar ibn Hafsun en los historiadores, en las fuentes y en la historia*. Jaén (España), Universidad de Jaén.

Aldomà, I. (Coord.) 2013: *L'aigua patrimoni de la Catalunya seca. Passat i present en l'entorn de Torrebesses*. Lleida (España), Ajuntament de Torrebesses y Pagès editors.

Arrayás, I. 2002: *Morfologia històrica del territorium de Tarraco en època tardo-republicana romana o ibèrica final (ss. III-I a.C.): cadastres i estructures rurals*, tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona (España). http://hdl.handle.net/10803/5537

Aston, M. 1985: *Interpreting the Landscape. Landscape Archaeology in Local Studies*. London (United Kingdom), B.T. Batsford.

Baiges, I. y Puig, P. 2019: *Catalunya Carolíngia, VII: El comtat de Barcelona*. Barcelona (España), Institut d'Estudis Catalans.

Barceló, M. 1995: "De la congruencia y la homogeneidad de los espacios hidráulicos en Al-Andalus", en Malpica, A. (Ed.), *El agua en la agricultura de Al-Andalus*. Barcelona-Madrid (España), Lunwerg editores, 25-38.

**Barceló, M.** 1998: "Los *husun*, los *castra* y los fantasmas que aún los habitan", en Malpica, A. (Ed.), *Castillos y Territorio en Al-Andalus*. Granada (España), Athos-Pérgamos, 10-41.

**Barceló, M., Carbonero, M. A., Martí, R. y Rosselló-Bordoy, G.** 1986: *Les aigües cercades. Els qanat(s) de l'illa de Mallorca*. Palma de Mallorca (España), Institut d'Estudis Baleàrics.

**Barceló, M., Kirchner, H., Martí, R. y Torres, J. M.** 1998: *The Design of Irrigation Systems in al-Andalus*. Bellaterra (España), Universitat Autònoma de Barcelona.

**Bazzana, A.** 1992. *Maisons d'Al-Andalus. Habitat médiéval et structures du peuplement dans l'Espagne Orientale*. Madrid (España), Casa de Velázquez.

**Bazzana, A.** 2005: "Châteaux et palais d'al-Andalus: des techniques hydrauliques aux jardins de l'Islam", en Cocula, A. M. y Combet, M. (Eds.), *Le château et la nature*. Bordeaux (Francia), Ausonius, 75-102.

**Bazzana, A., y Guichard, P.** 1981: "Irrigation et société dans l'Espagne Orientale au Moyen Age", en *L'Homme et l'eau en Méditerranée et au Proche Orient*, vol.II. Lyon (Francia), Maison de l'Orient et de la Méditerranée Jean Pouilloux, 115-140.

**Berthe, M. y Cursente, B. (Eds.).** 2001: *Villages pyrénéens. Morphogenèse d'un habitat de montagne*. Toulouse (Francia), CNRS y Université de Toulouse-Le Mirail.

**Bolens, L.** 1978: "La révolution agricole andalouse du XI[e] siècle", *Studia islamica*, 47, 121-142. https://doi.org/10.2307/1595551

**Bolòs, J.** 1993: "Paisatge i societat al 'Segrià' al segle XIII", en Bolòs, J. (Ed.), *Paisatge i societat a la Plana de Lleida a l'edat mitjana*. Lleida (España), Universitat de Lleida, 45-81.

**Bolòs, J.** 1995: *El mas, el pagès i el senyor. Paisatge i societat en una parròquia de la Garrotxa a l'edat mitjana*. Barcelona (España), Curial Edicions Catalanes.

**Bolòs, J.** 2004: *Els orígens medievals del paisatge català. L'arqueologia del paisatge com a font per a conèixer la història de Catalunya*. Barcelona (España), Institut d'Estudis Catalans y Publicacions de l'Abadia de Montserrat.

**Bolòs, J.** 2008: *Dins les muralles de la ciutat. Carrers i oficis a la Lleida dels segles XIV i XV*. Lleida (España), Pagès editors y Ajuntament de Lleida.

**Bolòs, J.** 2010: "PaHisCat: un projecte per conèixer el paisatge del passat i per gestionar el país del futur", en Bolòs, J. (Ed.), *La caracterització del paisatge històric, Territori i Societat: el paisatge històric, V*. Lleida (España), Edicions de la Universitat de Lleida, 41-82.

**Bolòs, J.** 2015: "Paisatges i transicions: canvis i continuïtats al llarg de la història", en Bolòs, J. (Ed), *El paisatge en èpoques de transició al llarg dels darrers dos mil anys, Territori i Societat: el paisatge històric, VII*. Lleida (España), Edicions de la Universitat de Lleida, 59-126.

**Bolòs, J.** 2021: *Col·lecció diplomàtica de l'Arxiu Capitular de Lleida. Primera part: Documents de les seus episcopals de Roda i de Lleida (fins a l'any 1143)*. Barcelona (España), Fundació Noguera.

**Bolòs, J.** 2022: *El paisatge medieval del comtat de Barcelona. Història del paisatge, documents i cartografia d'un país mediterrani*. Lleida (España), Pagès editors.

**Bonnassie, P.** 1979-1981: *Catalunya mil anys enrera. Creixement econòmic i adveniment del feudalisme a Catalunya, de mitjan segle X al final del segle XI*. Barcelona (España), Edicions 62.

**Boone, J. L.** 2009: *Lost Civilization. The contested Islamic past in Spain and Portugal*. London (Reino Unido), Duckworth.

**Bramon, D.** 2000: *De quan érem o no musulmans. Textos del 713 al 1010*. Vic, Barcelona (España), Eumo Editorial e Institut d'Estudis Catalans.

**Bramon, D.** 2013: *Moros, jueus i cristians en terra catalana. Memòria del nostre passat*. Lleida (España), Pagès editors.

**Butzer, K. W., Mateu, J. F., Butzer, E. y Kraus, P.** 1985: "Irrigation Agrosystems in Eastern Spain: Roman or Islamic Origins?". *Annals of the Association of American Geographers*, 75 (4), 479-509. https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1985.tb00089.x

**Canal, J., Canal, E., Nolla, J. M. y Sagrera, J.** 2003: *Girona, de Carlemany al feudalisme (785-1057). El trànsit de la ciutat antiga a l'època medieval*. Girona (España), Ajuntament de Girona.

**Caucanas, S.** 1995: *Moulins et irrigation en Roussillon du IX[e] au XV[e] siècle*. Paris (Francia), CNRS.

**Chouquer, G.** 2008: *Traité d'archéogéographie. La crise des récits géohistoriques*. Paris (Francia), Éditions Errance.

**Chouquer, G.** 2014: *Cadastres et Fiscalité dans l'Antiquité tardive*. Tours (Francia), Presses Universitaires François-Rabelais.

**Chouquer, G.** 2020: *Dominer et tenir la terre dans le haut Moyen Âge*. Tours (Francia), Presses Universitaires François-Rabelais.

**Clark, J., Darlington, J. y Fairclough, G.** 2004: *Using Historic Landscape Characterisation*. London (Reino Unido), English Heritage y Lancashire County Council.

**Coromines, J.** 1994-1997: *Onomasticon Cataloniae. Els noms de lloc i noms de persona de totes les terres de llengua catalana*, vols. II-VIII. Barcelona (España), Curial edicions catalanes. Consultar en: https://oncat.iec.cat/

**Eiroa, J. A.** 2010: "Paisajes agrícolas en el sureste de al-Andalus a partir de las fuentes árabes", en Jiménez Puertas, M. y Mattei, L. (Eds.), *El paisaje y su dimensión arqueológica. Estudios sobre el sur de la Península Ibérica en la Edad Media*. Granada (España), Alhulia, 55-75.

**Esquilache, F.** 2015: "Construcció i evolució del parcel·lari agrícola a l'Horta de València. La partida de Reialenc en el senyoriu de Torrent (segles XIII-XVI)". *Estudis d'Història Agrària*, 27, 13-41. https://doi.org/10.1344/eha.2015.27.13-41

**Esquilache, F.** 2018: *Els constructors de l'Horta de València. Origen, evolució i estructura social d'una gran horta andalusina entre els segles VIII i XIII*. València (España), Publicacions de la Universitat de València.

**Fabre, G., Bourin, M., Caille, J. y Debord, A. (Eds.).** 1996: *Morphogenèse du village médiéval (IXe-XIIe siècles)*. Montpellier (Francia), Association pour la connaissance du patrimoine du Languedoc-Roussillon.

**Fixot, M. y Zadora-Rio, E. (Eds.).** 1989: *L'église, le terroir*. Paris (Francia), Editions du CNRS.

**Fixot, M. y Zadora-Rio, E. (Eds.).** 1994: *L'environnement des églises et la topographie religieuse des campagnes médiévales.* Paris (Francia), Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme.

**Francovich, R. y Hodges, R.** 2003: *Villa to Village. The Transformation of the Roman Countryside in Italy, c. 400-1000*. London (Reino Unido), Duckworth.

**Furió, A. y Martínez, L. P.** 2000: "De la hidràulica andalusí a la feudal: continuïtat i ruptura. L'Horta del Cent a l'Alzira medieval", en Furió, A. y Lairón, A. J. (Coords.), *L'espai de l'aigua. Xarxes i sistemes d'irrigació a la Ribera del Xúquer en la perspectiva històrica*. Valencia (España), Ajuntament d'Alzira y Publicacions de la Universitat de València, 20-73.

**Gibert, J.** 2007: "Els *palatia* septimans: indicis de l'organització territorial andalusina al nord dels Pirineus". *Anuario de Estudios Medievales*, 37 (1), 1-26. https://doi.org/10.3989/aem.2007.v37.i1.32

**Gilotte, S. y Nef, A.** 2011: "L'apport de l'Archéologie, de la numismatique et de la sigillographie à l'histoire de l'islamisation de l'Occident musulman: en guise d'introduction", en Valérian, D. (Ed.), *Islamisation et arabisation de l'Occident musulman médiéval (VIIe-XIIe siècle)*. Paris (Francia), Publications de la Sorbonne, 63-99.

**Glick, T. F.** 1970: *Irrigation and Society in Medieval Valencia*. Cambridge, Massachusetts (USA), Harvard.

**Glick, T. F.** 1996: *Irrigation and Hydraulic Technology. Medieval Spain and its Legacy*. Aldershot (Gran Bretaña), Routledge.

**Glick, T. F.** 2007: *Paisajes de conquista. Cambio cultural y geográfico en la España medieval*. València (España), Publicacions de la Universitat de València.

**Glick, T. F. y Kirchner, H.** 2000: "Hydraulic Systems and Technologies of Islamic Spain: History and Archaeology", en Squatriti, P. (Ed.), *Working with Water in medieval Europe. Technology and Resource-Use*. Leiden (Países Bajos), Brill, 267-329.

**Glick, T. F., Teixeira, S.** 2002-2003: "Azaira, alhetma: two medieval arabisms reflectint the allocation of irrigation water". *Suhayl*, 3, 213-219.

**Gual Camarena, M.** 1979: *Estudio histórico-geográfico sobre la Acequia Real del Jucar*. València (España), Diputació de València.

**Guichard, P.** 1976. *Al-Andalus: Estructura antropológica de una Sociedad islámica en Occidente*. Barcelona (España), Barral editores.

**Guichard, P.** 2000: "Quelques remarques sur l'agriculture irriguée dans le centre du Pays Valencien", en Furió, A. y Lairón, A. J. (Coords.), *L'espai de l'aigua. Xarxes i sistemes d'irrigació a la Ribera del Xúquer en la perspectiva històrica*. Valencia (España), Ajuntament d'Alzira y Publicacions de la Universitat de València, 75-81.

**Guinot, E.** 2010-2011: "El paisatge històric de les hortes medievals mediterrànies". *Estudis d'Història Agrària*, 23, 59-80.

**Gutiérrez Lloret, S.** 1995: "El origen de la huerta de Orihuela entre los siglos VII y XI. Una propuesta arqueològica sobre la explotación de las zones húmedas del Bajo Segura". *Arbor*, 593, 65-93. https://doi.org/10.17561/aytm.v3i0.1623

**Gutiérrez Lloret, S.** 2011: "Histoire et Archéologie de la transition en al-Andalus: les indices matériels de l'islamisation à Tudmīr", en Valérian, D. (Ed.), *Islamisation et arabisation de l'Occident musulman médiéval (VIIe-XIIe siècle)*. Paris (Francia), Publications de la Sorbonne, 195-246.

**Gutiérrez Lloret, S.** 2012: "La arqueología en la historia del temprano al-Andalus: espacios sociales, ceràmica e islamización", en Sénac, Ph. (Ed.), *Histoire et Archéologie de l'Occident musulman (VIIe-XVe siècle): Al-Andalus, Maghreb, Sicile*. Toulouse (Francia), Université de Toulouse II-Le Mirail, 33-66.

**Hoskins, W. G.** 1955: *The Making of the English Landscape*. London (Reino Unido), Penguin Books.

**Kirchner, H.** 1997: *La construcció de l'espai pagès a Mayūrqa: les valls de Bunyola, Orient, Coanegra i Alaró*. Palma de Mallorca (España), Universitat de les Illes Balears.

**Kirchner, H.** 2006: "Espais agraris en el terme del monestir de Sant Cugat del Vallès (segles X-XIII)". *Arqueologia Medieval*, 2, 22-35.

**Kirchner, H.** 2009: "Original design, tribal management and modifications in medieval hydraulic systems in the Balearic Islands (Spain)". *World Archaeology*, 41 (1), 151-168. https://doi.org/10.1080/00438240802668222

**Kirchner, H.** 2010: "Arqueologia hidràulica i tipologia d'espais irrigats andalusins", en Sabaté, F. y Brufal, J. (Eds.), *Arqueologia medieval. La prospecció i el territori*. Lleida (España), Pagès editors, 129-146.

**Kirchner, H.** 2012a: "Conquista y colonización feudal: arqueología de los cambios producidos en los espacios irrigados de origen andalusí. El caso de las Islas Baleares", en Eiroa, J. A. (Ed.), *La conquista de Al-Andalus en el siglo XIII*. Murcia (España), Universidad de Murcia, 41-63.

**Kirchner, H.** 2012b: "Hidráulica campesina anterior a la generalización del dominio feudal. Casos en Cataluña", en Torró, J. y Guinot, E. (Eds.), *Hidráulica agraria y sociedad feudal. Prácticas, técnicas, espacios*. València (España), Universitat de València, 21-50.

**Kirchner, H. y Retamero, F.** 2016: "Becoming Islanders. Migration and Settlement in the Balearic Islands (10th-13th centuries)", en Retamero, F., Schjellerup, I., Davies, A. (Eds.), *Agricultural and Pastoral Landscapes in Pre-Industrial Society. Choices, Stability and Change.* Oxford (Reino Unido), Oxbow, 57-78.

**Kirchner, H. y Virgili, A.** 2018. "Espacios agrarios en el Bajo Ebro en época andalusí y después de la conquista catalana (siglos XI-XIII)", en Torró, J. y Guinot, E. (Eds.), *Trigo y ovejas. El impacto de las conquistas en los paisajes andalusíes (siglos XI-XVI)*. València (España), Universitat de València, 15-49.

**Kirchner, H., Oliver, J. y Vela, S.** 2002: *Aigua prohibida. Arqueologia hidràulica del feudalisme a la Cerdanya. El Canal Reial de Puigcerdà*. Bellaterra (España), Universitat Autònoma de Barcelona.

**Kotarba, J.** 2007: "Les sites d'époque wisigothique de la ligne LGV. Apports et limites pour les études d'occupation du sol de la plaine du Roussillon". *Domitia*, 8-9, 43-70. https://doi.org/10.3133/70102161

**Laliena, C. y Ortega, J.** 2005: *Arqueología y poblamiento. La Cuenca del río Martín en los siglos V-VIII*. Zaragoza (España), Universidad de Zaragoza.

**Manzano, E.** 2012: "Al-Andalus: un balance crítico", en Sénac, Ph. (Ed.), *Histoire et Archéologie de l'Occident musulman (VII^e^-XV^e^ siècle): Al-Andalus, Maghreb, Sicile*. Toulouse (Francia), Université de Toulouse II-Le Mirail, 19-31.

**Manzano, E.** 2020: *Conquistadores, emires y califas. Los Omeyas y la formación de al-Andalus*. Barcelona (España), Crítica.

**Martí, R.** 1999: "Palaus o almúnies fiscals a Catalunya i al-Andalus", en Débax, H. (Ed.), *Les sociétés méridionales à l'âge féodal (Espagne, Italie et Sud de la France, X^e^-XIII^e^ siècle)*. Toulouse (Francia), Presses Universitaires du Midi, 63-70.

**Mas, A.** 2021: "Albellonar i fer síquies: el drenatge de les terres del centre i de llevant de l'illa de Mallorca", en Bolòs, J. (Ed.), *Paisatge històric i cartografia. De l'època romana fins a l'actualitat*. Lleida (España), Pagès editors y Universitat de Lleida, 165-233.

**Millàs Vallicrosa, J. M.** 1987: *Textos dels historiadors àrabs referents a la Catalunya carolíngia.* Barcelona (España), Institut d'Estudis Catalans.

**Negre, J.** 2020: *En els confins d'al-Andalus. Territori i poblament durant la formació d'una societat islàmica a les Terres de l'Ebre i el Maestrat*. Benicarló (España), Onada edicions.

**Nogué, J. y Sala, P. (Eds.).** 2010: *Catàleg de paisatge. Les Terres de Lleida*. Barcelona (España), Generalitat de Catalunya, Departament de Política Territorial i Obres Públiques.

**Ortega, J. M.** 2010: "La agricultura de los vencedores y la agricultura de los vencidos: la investigación de las transformaciones feudales de los paisajes agrarios en el valle del Ebro (siglos XII-XIII)", en Kirchner, H. (Ed.), *Por una arqueología agraria. Perspectivas de investigación sobre espacios de cultivo en las sociedades medievales hispánicas*. Oxford (Reino Unido), BAR International Series 2062, 123-145.

**Ortega, J. M.** 2018: *La conquista islámica de la Península Ibérica. Una perspectiva arqueológica.* Madrid (España), La Ergástula.

**Rébé, I., Raynaud, C., y Sénac, P.** 2014: *Le premier Moyen Âge à Ruscino*. Lattes (Francia), ADAL.

**Rippon, S.** 2012: *Making Sense of an Historic Landscape*. Oxford (Reino Unido), Oxford University Press.

**Rippon, S.** 2014: *Beyond the medieval Village. The Diversification of Landscape Character in Southern Britain*. Oxford (Reino Unido), Oxford University Press.

**Rippon, S.** 2018: *Kingdom,* Civitas*, and Country. The Evolution of Territorial Identity in the English Landscape*. Oxford (Reino Unido), Oxford University Press.

**Rippon, S.** 2022: *Territoriality and the Early Medieval Landscape. The Countryside of the East Saxon Kingdom*. Woodbridge (Reino Unido), The Boydell Press.

**Robert, S.** 2021: *Resilience. Persistence and Change in Landscape Forms*. London (Reino Unido), ISTE-Wiley.

**Roberts, B. K.** 1987: *The making of the English village. A study in historical Geography*. Burnt Mill (Reino Unido), Longman.

**Roig, J.** 2011: "Vilatges i assentaments pagesos de l'Antiguitat tardana als *territoria* de *Barcino* i *Egara* (Depressió Litoral i Prelitoral): caracterització del poblament rural entre els segles V-VIII", en *Actes del IV Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya*. Tarragona (España), ACRAM, vol. I, 227-250.

**Salvatierra, V., y Canto, A.** 2008: *Al-Ándalus. De la invasión al califato de Córdoba*. Madrid (España), Editorial Síntesis.

**Sénac, P.** 2006: "Stratigraphie du peuplement musulman au nord de l'Ebre (VIII^e^-XI^e^ siècles", en Sénac, Ph. (Ed.), *De la Tarraconaise à la Marche Supérieure d'Al-Andalus (IV^e^-XI^e^ siècle). Les habitats ruraux*. Toulouse (Francia), Université de Toulouse-Le Mirail, 61-73.

**Sesma, J. A., Utrilla, J. F., y Laliena, C.** 2001: *Agua y paisaje social en el Aragón medieval. Los regadíos del Aguasvivas en la Edad Media*. Zaragoza (España), Confederación Hidrográfica del Ebro.

**Trillo, C.** 2004: *Agua, tierra y hombres en Al-Andalus. La dimensión agrícola del mundo nazarí*. Granada (España), AJBAR.

**Turner, S.** 2010: "Historic Landscape Characterisation: an introduction to methods and Applications for historical research", en Bolòs, J. (Ed.), *La caracterització del paisatge històric, Territori i Societat: el paisatge històric, V*. Lleida (España), Edicions de la Universitat de Lleida, 17-40. https://doi.org/10.7203/efit.1.16438

**Turner, S.** 2018: "Historic Landscape Characterisation. An archaeological approach to landscape heritage", en Fairclough, G., Sarlöv Herlin, I., y Swanwick, C. (Eds.), *Routledge Handbook of Landscape Character Assessment. Current Approaches to Characterisation and Assessment*. London (Reino Unido), Routledge, 37-50.

**Virgili, A.** 2001: *Ad detrimentum Yspanie. La conquesta de Turtūša i la formació de la societat feudal (1148-1200)*. València (España), Universitat Autònoma de Barcelona y Universitat de València.

**Virgili, A., Kirchner, H.** 2019: "The impact of the Christian conquest on the agrarian areas in the low Ebro Valley: the case of Xerta (Spain)", en Brady, N., Theune, C. (Eds.), *Settlement change across Medieval Europe. Old paradigms and new vistas*. Leiden (Países Bajos), Sidestone, 413-420.

**Walmsley, A.** 2007: *Early Islamic Syria. An Archaeological Assessment*. London (Reino Unido), Duckworth.

**Watson, A. M.** 1983: *Agricultural Innovation in the Early Islamic world. The Diffusion of Crops and Farming Techniques, 700-1100*. Cambridge (Reino Unido), Cambridge University Press.

**Wickham, C.** 2005: *Framing the Early Middle Ages. Europe and the Mediterranean, 400-800*. Oxford (Reino Unido), Oxford University Press.

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# Agua y poblamiento en el curso inferior del Ebro: los espacios agrarios de la ciudad de Tortosa en época antigua y medieval

## *Water and settlement in the lower course of the Ebro River: the agrarian spaces of the city of Tortosa in Antiquity and Middle Ages*

**Ramon Martí Castelló**
Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès, España
ramon.marti@uab.cat
ORCID: 0000-0003-3887-2165

**Joan Negre Pérez**
Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès, España
joan.negre@gandia.org
ORCID: 0000-0002-2804-1467

**Información del artículo**
**Recibido:** 17/06/2022
**Revisado:** 28/04/2023
**Aceptado:** 02/05/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.7233

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMEN**

Este estudio plantea los distintos desarrollos que alcanza el poblamiento antiguo y medieval en el ámbito rural de la ciudad de Tortosa, centrando la atención en sus prácticas hidráulicas, con el recurso de los datos arqueológicos y de las fuentes textuales. Así se distinguen los patrones y dinámicas de un amplio abanico de asentamientos, que representan diversos modelos de ocupación del espacio rural y se relacionan con las distintas formaciones sociales y económicas que se suceden. En la lectura transversal de estos dilatados períodos interesan tanto las innovaciones como las permanencias, si se atiende la importancia acumulativa que cada fase representa en la construcción del espacio agrario de esta capital fronteriza.

**PALABRAS CLAVE:** Pozo, Balsa, Huerta, Irrigación, Antigüedad, Edad Media, al-Andalus.

**ABSTRACT**

This study presents several developments in ancient and medieval landscape history on the rural range of the city of Tortosa, mainly focused on the hydraulic practices identified through archaeological and textual sources. This way, it is possible to recognise different settlement patterns and dynamics representing diverse models of spatial occupation, which are related to the consecutive social and economic formations within this territory. We are interested in the polyhedral historical reading of both innovations and continuities of these processes, taking into consideration the cumulative importance of each of these phases on the construction of the agrarian space of the frontier capital under study.

**KEYWORDS:** Well, Pond, Cultivated Plain, Irrigation, Antiquity, Middle Ages, al-Andalus.

## *Eau et modèles d'occupation dans le cours inférieur de l'Èbre: les espaces agraires de la ville de Tortosa à l'époque antique et médiévale*

**RÉSUMÉ**

Cette étude analyse les différents développements qui atteint le peuplement antique et médiévale dans la zone rurale de la ville de Tortosa, en concentrant l'attention sur leurs pratiques hydrauliques, avec l'utilisation de données archéologiques et de sources textuelles. De cette façon, les modèles et dynamiques d'un large éventail d'établissements sont distingués, qui représentent différents modèles d'occupation de l'espace rural et sont liés aux différentes formations sociales et économiques qui se succèdent. Dans la lecture transversale de ces longues périodes, tant les innovations que la permanence intéressent, si l'on tient compte de l'importance cumulée que représente chaque phase dans la construction de l'espace agraire de cette capitale frontalière.

**MOTS CLÉ:** Puits, Bassin, Jardin, Irrigation, Antiquité, Moyen Âge, al-Andalus.

## *Acqua ed insediamento nel basso corso dell'Ebro: gli spazi agrari della città di Tortosa in epoca antica e medievale*

**RIASUNTO**

Lo studio qui proposto vuole considerare i diversi sviluppi raggiunti dall'insediamento antico e medievale nell'area rurale della città di Tortosa, focalizzando l'attenzione sulle loro pratiche idrauliche, con l'utilizzo di dati archeologici e fonti testuali. In questo modo si distinguono i modelli e le dinamiche di un'ampia gamma di insediamenti, che rappresentano diversi modelli di occupazione dello spazio rurale e sono legati alle diverse formazioni sociali ed economiche che si susseguono. Nella lettura trasversale di questi lunghi periodi, sono di interesse sia le innovazioni che la permanenza, se si tiene conto dell'importanza cumulativa che ciascuna fase rappresenta nella costruzione dello spazio agrario di questo capoluogo di confine.

**PAROLE CHIAVE:** Pozzo, Pozza, Orto, Irrigazione, Antichità, Medioevo, al-Andalus.

## *Água e povoamento no baixo curso do Ebro: os espaços agrários da cidade de Tortosa em tempos antigos e medievais*

**RESUMO**

Este estudo analisa os diferentes desenvolvimentos alcançados pelo povoamento antigo e medieval na zona rural da cidade de Tortosa, focando a atenção nas suas práticas hidráulicas, com recurso a dados arqueológicos e fontes textuais. Desta forma, distinguem-se os padrões e dinâmicas de uma ampla gama de assentamentos, que representam diferentes modelos de ocupação do espaço rural e se relacionam com as diferentes formações sociais e econômicas que se sucedem. Na leitura transversal desses longos períodos, tanto as inovações quanto a permanência são interessantes, se levarmos em conta a importância cumulativa que cada fase representa na construção do espaço agrário dessa capital fronteiriça.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poço, Poça, Horta, Irrigação, Aantiguidade, Idade Média, al-Andalus.

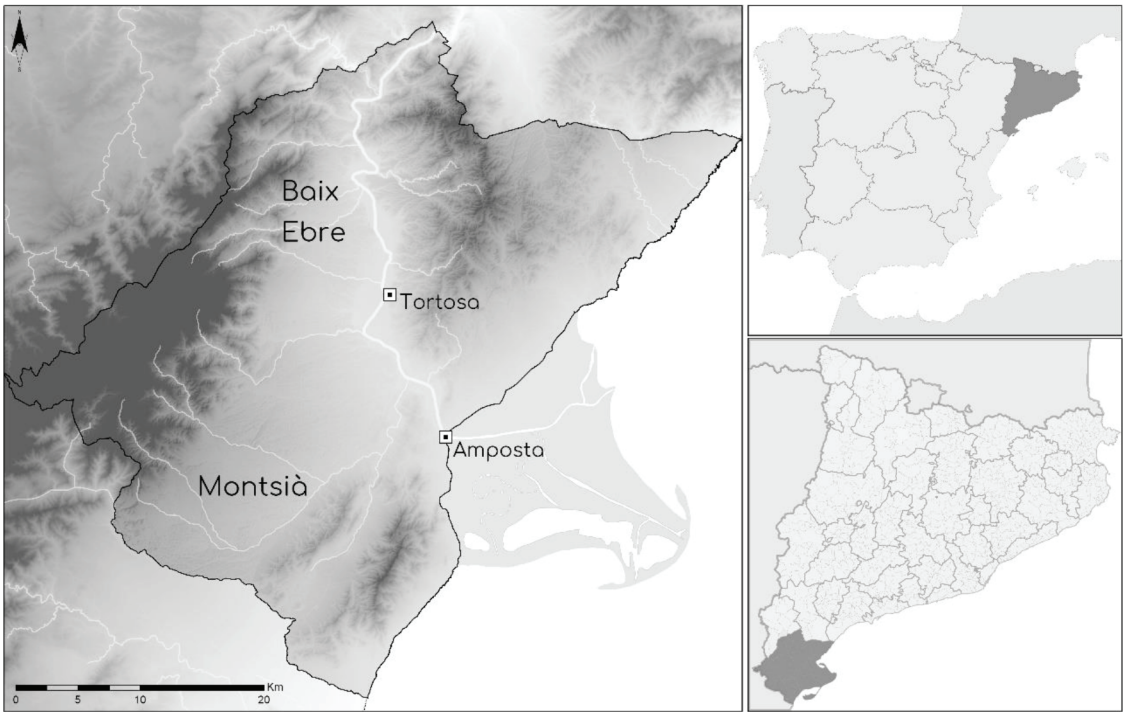
## El territorio histórico de Tortosa en contexto[1]

Las comarcas catalanas de El Baix Ebre y El Montsià, dominio histórico de la ciudad de Tortosa, flanquean la desembocadura del río Ebro, donde los llanos se alternan con las montañas de los sistemas Litoral e Ibérico, hasta el margen izquierdo del río de La Sénia, sumando una extensión de poco más de 1.700 km$^2$ (Mapa 1). En los llanos cabe distinguir, al menos, las cualidades edáficas que contraponen la llanura y terrazas aluviales del Ebro a los valles detríticos que se extienden entre El Massís del Port y la montaña de El Montsià, con escasos recursos hídricos. Sus características han determinado el desarrollo de espacios agrarios diferenciados, donde hoy las estrechas huertas fluviales se contraponen al extenso olivar que las envuelve, salpicado de almendros y algarrobos, monocultivo de secano que también predomina en las comarcas colindantes.

La construcción de este paisaje discurre en paralelo al propio desarrollo histórico de las sociedades agrarias, cuyas raíces desvela la arqueología. Hoy nos guían todo tipo de intervenciones en yacimientos antiguos y medievales, donde predominan las excavaciones de espacios urbanos o castrales y son minoría las explotaciones rurales. No obstante, los inventarios arqueológicos recogen muchos más yacimientos, cuyo número hemos ampliado mediante la realización de prospecciones sistemáticas entre los márgenes del Ebro y del río de La Sénia, además del estudio de los fondos del Museu de les Terres de l'Ebre, en Amposta[2]. Como resultado de estos trabajos, hoy se analizan las soluciones hidráulicas que emplean las explotaciones antiguas y medievales, observando las dinámicas que sigue la población rural en su diacronía.

Aquí proliferaron los poblados fortificados en altura en los albores del comercio mediterráneo[3], floreciendo después la cultura ibérica entre los grupos que constituyeron la Ilercavonia de las fuentes clásicas, cuyo espacio aún se extendía sobre el resto del curso inferior del río Ebro y buena parte de las comarcas litorales de la provincia de Castelló[4]. Por supuesto, los poblados ilercavones dispusieron de suelos agrícolas adecuados desde un principio, así como de pastos y aguas cercanas

Mapa 1. Situación del territorio histórico de la ciudad de Tortosa




Fuente: Elaboración propia.

[1] Aportación realizada en el marco del proyecto *Entre al-Ándalus y la feudalidad. Poderes territoriales y desarrollo de sistemas defensivos altomedievales en el nordeste peninsular* (PID2020-114484GB-I00), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

[2] Negre, 2013.

[3] Garcia i Rubert, 2015, 227-228. Gascón *et al*. 2023, 3-5.

[4] Noguera, 2006, 397-404. Oliver, 2012, 10-11.

donde desarrollar sus actividades productivas. Así se percibe en los márgenes del Ebro, con su densa ocupación, donde pequeños poblados se sitúan en las prominencias de las terrazas aluviales[5]. Otro tanto ocurre en el extremo meridional de El Montsià y más allá del curso del Sénia, donde diversos asentamientos, algunos de ellos situados en altura, conforman un grupo particular alrededor de la ciudadela del Puig de la Nau, en Benicarló, que actuará como núcleo principal de este amplio territorio hasta la desarticulación del mundo ilercavón pleno en el siglo IV antes de nuestra era[6].

Sin embargo, no fue hasta después de la segunda guerra púnica, ya en pleno proceso de romanización, cuando se inició la explotación extensiva de las dos comarcas que abarcan el cauce final del río Ebro, tras la destrucción de buena parte de las fortificaciones precedentes y la redistribución de los asentamientos. Así se hizo sobre complejas y perdurables redes viarias, ordenando las explotaciones sobre vectores que atraviesan el territorio. Al cabo, el nuevo orden se consolidó con la fundación de Tortosa, tal vez en tiempos de Julio César, con sus murallas y suburbios, de extensión imprecisa[7]. A partir de aquí la ciudad y sus distritos transitan la historia como un binomio, cuyas estructuras perduran en tiempos medievales.

## El *ager* fluvial de Dertosa: un espacio palustre

Hasta su desembocadura geológica en Amposta, la llanura aluvial del Ebro presenta una anchura de entre 1-1,5 km y una pendiente bajísima, inferior al 0,17 ‰, condiciones que facilitan las inundaciones episódicas en periodos de crecida. Tal situación favoreció la acumulación de depósitos, con la consecuente sobreelevación del cauce, hasta la construcción río arriba de más de 180 embalses durante el pasado siglo, que han domesticado los flujos del Ebro. Sirva de ejemplo la misma ciudad de Tortosa, donde la proximidad de la capa freática hoy impide acceder a los niveles romanos más profundos, tal como ocurre en Sevilla, otra ciudad de acceso fluvial con problemas similares, que en época andalusí se resuelve mediante canalizaciones de drenaje[8].

Estas dinámicas siempre han condicionado el uso de la llanura aluvial holocena para fines agrícolas, en particular desde el momento en que las explotaciones antiguas se instalan sobre sus bordes. Aquí los asentamientos ibero-romanos e imperiales de diversa entidad se distribuyen siguiendo los ejes viarios que recorren ambos márgenes del Ebro, donde delimitaron espacios y desecarían zonas palustres, convertidas en tierras de labor. De hecho, la apertura de canales de drenaje (*fossae*) es un principio básico de la agronomía romana para evitar el estancamiento del agua y poner en cultivo las tierras saturadas[9].

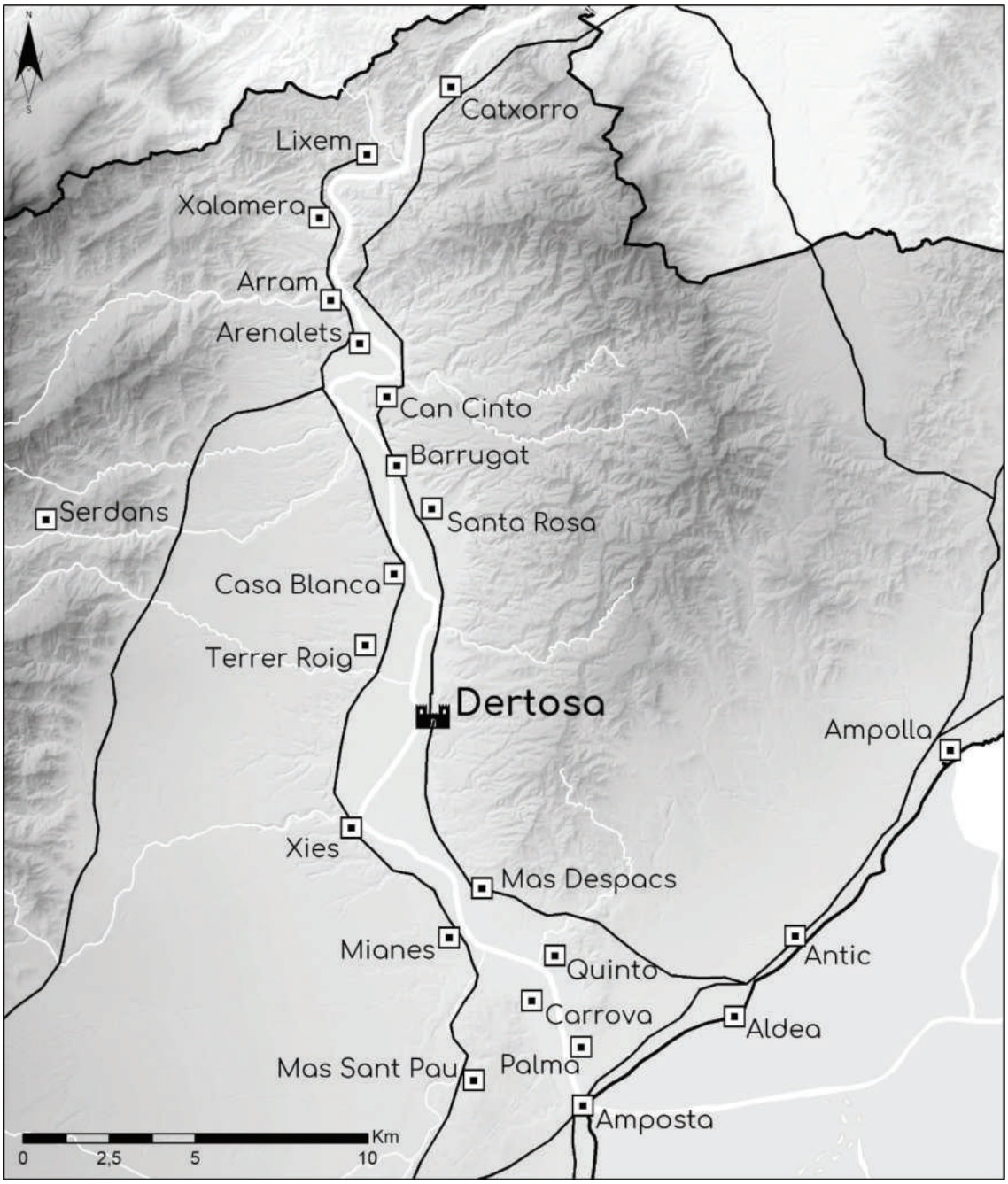
Como ejemplo de estas prácticas destaca la villa de La Carrova (Amposta), donde la descarga del acuífero genera un espacio palustre, drenado por un canal o acequia que persiste en época andalusí. A su vez, el yacimiento de L'Ermita (L'Aldea) se localiza sobre una pequeña isla entre los suelos deltaicos, cuyo drenaje resulta imprescindible[10]. No muy lejos, en las villas romanas de El Vilarenc (Calafell) y Darró (Vilanova i la Geltrú) también se identifican canales de drenaje, que protegen edificios o ganan terrenos a los marjales y humedales[11].

Entre sitios de menor entidad, las principales explotaciones romanas se desarrollaron sobre estos llanos aluviales (Mapa 2), donde se concentran aquellas que merecen la consideración de auténticas *villae*, algunas dotadas de termas, como en Barrugat y Casa Blanca (Tortosa)[12]. No obstante, este concepto historiográfico solo valora los lujos o las capacidades productivas que alcanzan las explotaciones más relevantes, destacando al principio su producción vinaria, junto a los cereales, si bien progresivamente cobra importancia el aceite[13].

Con todo, su extensión y su número son modestos, sumando apenas una docena de localizaciones en el entorno de la ciudad, en estrecha relación con sus elites. Medianas o grandes, estas explotaciones ribereñas capitalizan la economía durante el bajo imperio, monumentalizando sus espacios residenciales y ampliando sus dependencias, tendencias que se repiten en las comarcas del litoral catalán. Fue un éxito efímero, puesto que tras las invasiones del siglo V se inicia la tendencia contraria, con la progresiva ruina de sus edificios y la simplificación de las explotaciones, aunque en época visigoda persistan las elites y las antiguas fórmulas de

[5] Diloli, 2018, 199.
[6] Falomir, 2021, 67-70.
[7] Genera y Járrega, 2009, 125-142. Diloli *et al*., 2015.
[8] Genera y Járrega, 2009, 24. Diloli *et al*., 2015, 131. Valor-Piechotta, 2017, 313 y 325-327.
[9] Negre, 2015, 15.
[10] Rams y Pérez, 2003, 30.
[11] López y Fierro, 1990, 242. Revilla y Miret, 1995, 200.
[12] Járrega, 2008.
[13] Negre, 2020, 182-185.

Mapa 2. Distribución del poblamiento antiguo sobre el *ager* fluvial de la ciudad de Dertosa




Fuente: Elaboración propia.

dominio[14]. Había comenzado la Edad Media, en un contexto de crisis urbana y de precarización de las explotaciones.

Así lo prueban las excavaciones realizadas en algunas de estas *villae* tardías, cuyos conjuntos se amortizan con enterramientos, silos o prensas, también con cabañas y cercados. Sirvan de ejemplo los yacimientos de La Carrova (Amposta), Mas del Catxorro (Benifallet), Barrugat y Casa Blanca (Tortosa), cuyos ámbitos residenciales o rústicos se transforman en humildes espacios productivos[15]. Paralelamente surgen nuevos asentamientos de menor entidad, como ocurre en los yacimientos de Xies (Tortosa) y Molinàs (Amposta), que completan la nómina de explotaciones ribereñas

[14] Chavarria, 2006, 25-28. Roig, 2009, 210-212. Martí y Negre, 2015, 69. Folch *et al.*, 2015, 94-101.

[15] Garcia i Rubert *et al.*, 2005, 237-238. Griñó *et al.*, 2011. Genera y Járrega, 2011, 121-137. Revilla, 1998, 404-409.

durante la antigüedad tardía[16]. A diferencia de sus precedentes, los nuevos emplazamientos escogen terrazas situadas a mayor altura, formadas durante el pleistoceno superior y protegidas de las crecidas estacionales.

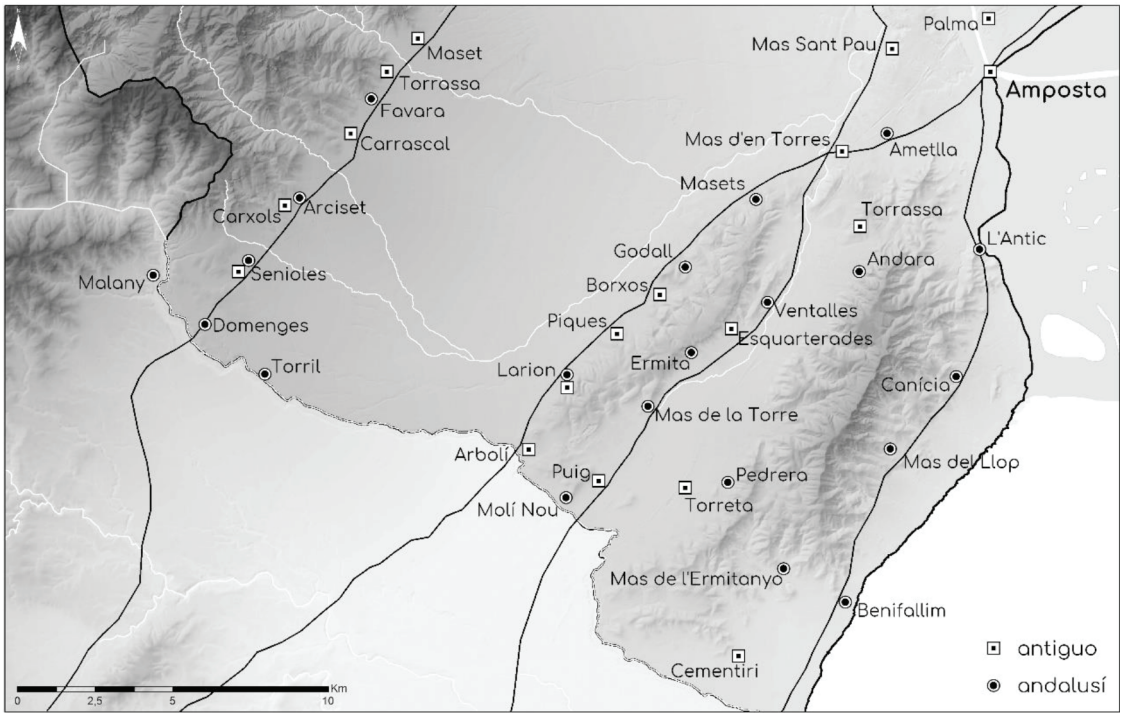
No obstante, unos y otros asentamientos se acaban equiparando, puesto que al cabo representan explotaciones similares, dotadas de espacios diversos, que tanto incorporan las terrazas y pastos de ladera como los campos y prados situados a sus pies. Sus estratigrafías y materiales no sobrepasan el periodo visigodo, evidenciando una importante retracción y ruptura del poblamiento ribereño durante esta época. Son fenómenos que superan ampliamente nuestro ámbito, puesto que nuevas dinámicas colonizadoras trastocan ahora el antiguo orden territorial, en beneficio de otros espacios periféricos. Tal situación no debió revertirse hasta el siglo IX, cuando la presencia islámica se consolidó en la ciudad de Tortosa.

## La colonización de los llanos de El Montsià: cuestión de pozos y balsas

Apenas conocidos, los yacimientos antiguos también proliferan en los llanos de El Montsià, conformando reg ueros sobre los ejes viarios, cuyos registros arqueológicos suelen ser modestos y se perciben como entidades menores o granjas (Mapa 3). Pequeños o medianos, los parámetros de los asentamientos romanos aún persisten y se desarrollan en época altomedieval, a menudo en condiciones severas. Este es un territorio con identidad propia desde antiguo, cuyo nombre prerromano las fuentes condales atribuyen al río de La Sénia (*aqua Vallisconae*) y replican en Ulldecona, aunque como corónimo andalusí también se extendería sobre El Maestrat castellonense. Así, el geógrafo al-Idrīsī indica repetidamente que *Kūna* y su fortaleza constituyen la última escala del camino de València a Tortosa, fortificación que hemos propuesto identificar con el castillo de Cervera del Maestre, sin otro candidato plausible en nuestro sector[17].

Sobre un espacio árido sin apenas fuentes o surgencias, la distribución sistemática de explotaciones requirió la creación de captaciones hidráulicas desde antiguo, mediante la construcción de pozos y balsas en lugares adecuados. Protegidos por obras modestas, aquí la perforación de pozos tradicionalmente se aplica en pequeñas depresiones de piedemonte, cuyo subsuelo de roca o arcilla aproxima la capa freática, aunque también

Mapa 3. Distribución del poblamiento antiguo y altomedieval en los llanos de El Montsià




Fuente: Elaboración propia.

[16] Bosch *et al.*, 2004. Negre, 2013, vol. 2, 722-725. Diloli *et al.*, 2016.

[17] UM, 78, 95 y 125-126. Martí y Negre, 2014, 221-222. Negre, 2019.

se realizan junto al lecho de torrentes y ramblas. Sometidas a fuertes estiajes, para la excavación de balsas también se prefieren las depresiones donde converge el agua de lluvia, sin otra obra que la elevación de un talud o muro de cierre. Son soluciones comunes que aún se mantuvieron y desarrollaron en época altomedieval, con las notables mejoras que alcanza la construcción de norias o cenias y todo tipo de ingenios hidráulicos en la agronomía andalusí[18]. Pozos y balsas son recursos tradicionales que han perdurado hasta tiempos recientes en todo El Montsià, como se desprende de su estrecha relación con toda suerte de asentamientos.

Al pie de El Massís del Port, una decena de sitios antiguos y altomedievales perfilan un eje particular entre las actuales poblaciones de Mas de Barberans y de La Sénia, siendo enclaves con escasas tierras sedimentarias, suelos pedregosos y amplio potencial ganadero o forestal. Así, en el término de Mas de Barberans se localizan no menos de cuatro establecimientos antiguos en las partidas de Carrascal, Torrassa, Maset y Castells, iniciativas efímeras donde solo observamos un pozo empotrado en un margen junto al primer caso. En cambio, aquí se detecta un único establecimiento andalusí en Mitjà de Cavila, junto al torrente de Cocons (charcas), que pudiera corresponder a su nombre árabe *Fabarium*, en referencia a una fuente (*fawwara*) de localización próxima.

En el término de La Sénia también cabe destacar la ocupación persistente desde antiguo en las zonas arqueológicas de Senioles y Carxols, con diversos pozos y balsas. Aquí destaca la obra de El Pouet de Sinyoles, con su bóveda ligeramente apuntada, construida sobre cimbra de tablones, un modelo tradicional que reproducen otros pozos en su entorno (Figura 1). Sin precedentes antiguos conocidos, la situación es distinta alrededor de la misma población de La Sénia, junto al margen fluvial, donde un asentamiento andalusí situaba su necrópolis hacia Mas del Torril en pleno siglo X y otro lo hizo en la partida de Domenges, mientras un tercero escogía el entorno de los molinos de Malany (Rossell), al otro lado del río[19]. Como veremos, solo aquí cabe suponer el desarrollo de un espacio de huerta andalusí, entre viñas, campos y molinos, que pudieron compartir distintos asentamientos.

El flanco norte de la sierra de Godall también suma casi una decena de localizaciones antiguas y altomedievales, describiendo un itinerario que evita los llanos de Galera, aún yermos arqueológicamente, tras décadas de investigaciones infructuosas[20]. Aquí la construcción de pozos y balsas es común, como ocurre en la misma población de Godall, donde se concentra la ocupación andalusí, con su mezquita mayor, sus almunias y rahales, aunque sin huerta específica. Sobre la elocuente partida de Bassots, otro enclave altomedieval prosperó en Masets (Godall), donde situamos la *mezquita primera* que refieren las fuentes y se ha descubierto una necrópolis de rito musulmán, así como fustes de columnas[21]. Otros yacimientos antiguos se identifican junto al Pou de les Piques (Godall), documentado en el siglo XIII, y en Larion (Ulldecona), que tuvo continuidad andalusí y dispondría de pozos o balsas al pie de sus terrazas, donde la edad de sus olivos monumentales se calculó en poco más 700 años, aunque hoy se defiende mayor longevidad[22]. Junto al cauce del río, el yacimiento romano de L'Arbolí (Ulldecona) se sitúa entre el molino medieval homónimo y El Pas del Sénia, que atravesaba esta vía interior.

A su vez, en las hoyas de Ulldecona y Les Ventalles las explotaciones romanas se sitúan al pie de los poblados precedentes, aprovechando sus tierras, sobre el ramal de la *Vía Augusta* en su itinerario por el litoral. Tales son los casos que se detectan en las partidas de Esquarterades, Torreta, y al pie de Puig del Castell, en Ulldecona, junto con La Torrassa, en Freginals. Algunos tuvieron epígonos altomedievales en su entorno inmediato, como ocurre en Molí Nou, Mas de la Torre, Ermita, Ventalles, Pedrera y Andara cuyos asentamientos se desplazan sobre las laderas cercanas.

Unos y otros enclaves disponen de excelentes suelos agrícolas en las hoyas, aunque sometidos a frecuentes inundaciones, cuya explotación requirió desde antiguo la apertura de canales de drenaje para evacuar las aguas sobreras, en dirección al Sénia y al barranco de Solsó. Tales sistemas de evacuación aún hoy se relacionan con diversas balsas que se localizan en el fondo del valle y alcanzan el nivel freático, de gran superficie y sin revestimiento. Así, al estudiar su vegetación se observó el origen natural de las balsas del fondo de las cuencas, como las de Foietes, hoy desaparecida, Camí de Montsià, Llacuna (Figura 1) y Ventalles, sugiriendo el origen medieval de otros casos de recogida de aguas pluviales[23].

[18] Martí, 1986, 57-59.
[19] Forcadell *et al.*, 2005. Forcadell, 2007.
[20] Garcia i Rubert, 2000, 170-171. Martí y Negre, 2016, 493.
[21] Negre, 2014, 250. Florensa *et al.* 2016.
[22] Martínez-Vilalta *et al.*, 2009.
[23] Llarch *et al.*, 1993.

Documentadas las principales durante los siglos XIII y XIV, cabe remarcar la estrecha relación que guardan estas balsas de fondo de valle con los establecimientos antiguos y altomedievales, situadas como están frente a los asentamientos de Molí Nou, núcleo de Ulldecona, Mas de la Torre y Les Ventalles. Aún cabe añadir que tales balsas constituyen abrevaderos idóneos y que ofrecen escasas posibilidades de riego, si no es para huertos inmediatos.

A los yacimientos de poniente de El Montsià cabría sumar los casos de Alcanar, donde la ocupación

Figura 1. Pouet de Sinyoles (La Sènia) y balsa de La Llacuna (Ulldecona), año 2022

Fuente: Elaboración propia.

romana de la partida de Cementiri se sitúa en campo abierto y los establecimientos altomedievales prefieren las cabeceras de torrentes, como Mas del Llop y Mas de l'Ermitanyo, a los que se añaden el poblado y la necrópolis andalusíes de Punta de Benifallim, en la costa, y el de Canícia, en La Ràpita.

Este recorrido por los yacimientos antiguos y altomedievales de la comarca muestra como el proceso de colonización que Roma inició aquí no hizo sino ampliarse en época altomedieval. Su resultado fue una ocupación difusa que aún recoge con mayor detalle un primer documento latino del año 1097 relativo a la fortificación de La Ràpita, en el contexto de un frustrado proyecto de conquista de Tortosa[24]. Aquí "el río del valle de Cona" constituye el límite occidental del distrito atribuido a la fortificación del Delta y comprende 29 lugares poblados (*villulae*) alrededor de la sierra de Montsià, aunque también integra ciertos sitios próximos al río Cervol, como Barbiguera y Melilles (Vinaròs, Sant Jordi). Dos tercios de estos lugares reciben por nombre un gentilicio, como Benifallim y Ventalles (*Benjalima*, *Benalcale*), donde el parentesco del grupo se reduce a su epónimo. Unos y otros son establecimientos de escasa entidad, que principalmente se abandonan con la conquista cristiana del siglo XII, como prueba su extinción onomástica.

Todos ellos explotaron nichos ecológicos diversificados, desde la montaña hasta el fondo del valle. Mediante pozos y balsas obtuvieron el agua necesaria, también para sus ganados y pequeños huertos. A falta de excavaciones y a juzgar por el volumen del registro arqueológico documentado cabe suponer que estas entidades solo contienen algunas casas o unidades domésticas, con cubiertas perecederas y cercados. Sin poblaciones compactas, tales vecindarios apenas interfieren el curso del río de La Sénia, cuyos primeros aprovechamientos se insinúan a pequeña escala.

## La vega de Ṭurṭūša: acequias, cenias e islas

Tras la conquista árabe-bereber, la ciudad de Tortosa aún ocupó un papel secundario durante todo el siglo VIII, si bien ganaría protagonismo a partir de la siguiente centuria, al afianzarse como capital de la frontera extrema de al-Andalus tras la pérdida de Barcelona frente a los francos[25]. Pero será durante el período califal cuando la ciudad se consolide, con la estabilización de la frontera condal en el entorno de Tarragona y el alejamiento de la amenaza fatimí. En pleno siglo X, la intervención del Estado cordobés en la ciudad queda patente tanto en las fuentes árabes como en el registro arqueológico y monumental, donde se consigna la restauración de sus murallas, la construcción de una nueva mezquita aljama, la dotación de un baño público y la fundación de las atarazanas[26]. Así se inicia un crecimiento urbano remarcable, con la consiguiente ampliación de los arrabales, que décadas después se protegen mediante muros perimetrales ante la amenaza feudal[27].

Hasta aquí, otras fortificaciones rurales se habían añadido como defensas periféricas, comenzando por el bastión de Amposta, que custodia el estuario fluvial desde el otro lado del río, protegido por su foso inundable. Aún otras torres andalusíes guarnecían los caminos del litoral sobre la margen izquierda del Ebro, todas ellas vinculadas a explotaciones, de origen antiguo o más reciente: así, sobre el recorrido costero de la *Via Augusta* se cuentan los casos de Camarles, tal vez L'Ermita de l'Aldea, Burjassénia (*burǧ al-sāniya*) y Candela, que disponen de pozos y cenias; la situación es distinta en las torres de La Fullola, Vinaxarop y Asmet o Rocacorba, hoy desaparecida, cuya posición elevada solo permitiría el recurso de balsas o pozos cercanos. Con el apoyo de los omeyas a su frontera lejana se completaron las principales defensas, mediante la construcción de diversos *ḥuṣūn* en los distritos dependientes de la ciudad, fortaleciendo así los mecanismos de control fiscal del Estado andalusí[28].

La consolidación urbana de Tortosa se acompaña de una profunda remodelación del conjunto de la ribera fluvial, incluidas sus propias tierras de cultivo (Mapa 4). Así, en el sector meridional de la ciudad los estudios geomorfológicos identifican importantes actuaciones de drenaje sobre un amplio espacio agrario en forma de meandro, con una superficie potencial de más de doscientas ha, donde se acumulan los sedimentos de las escorrentías, viéndose también afectado por las crecidas estacionales del río[29]. Más al sur se extendía un extenso prado ligado a la ciudad (*prato Tortuose*), también

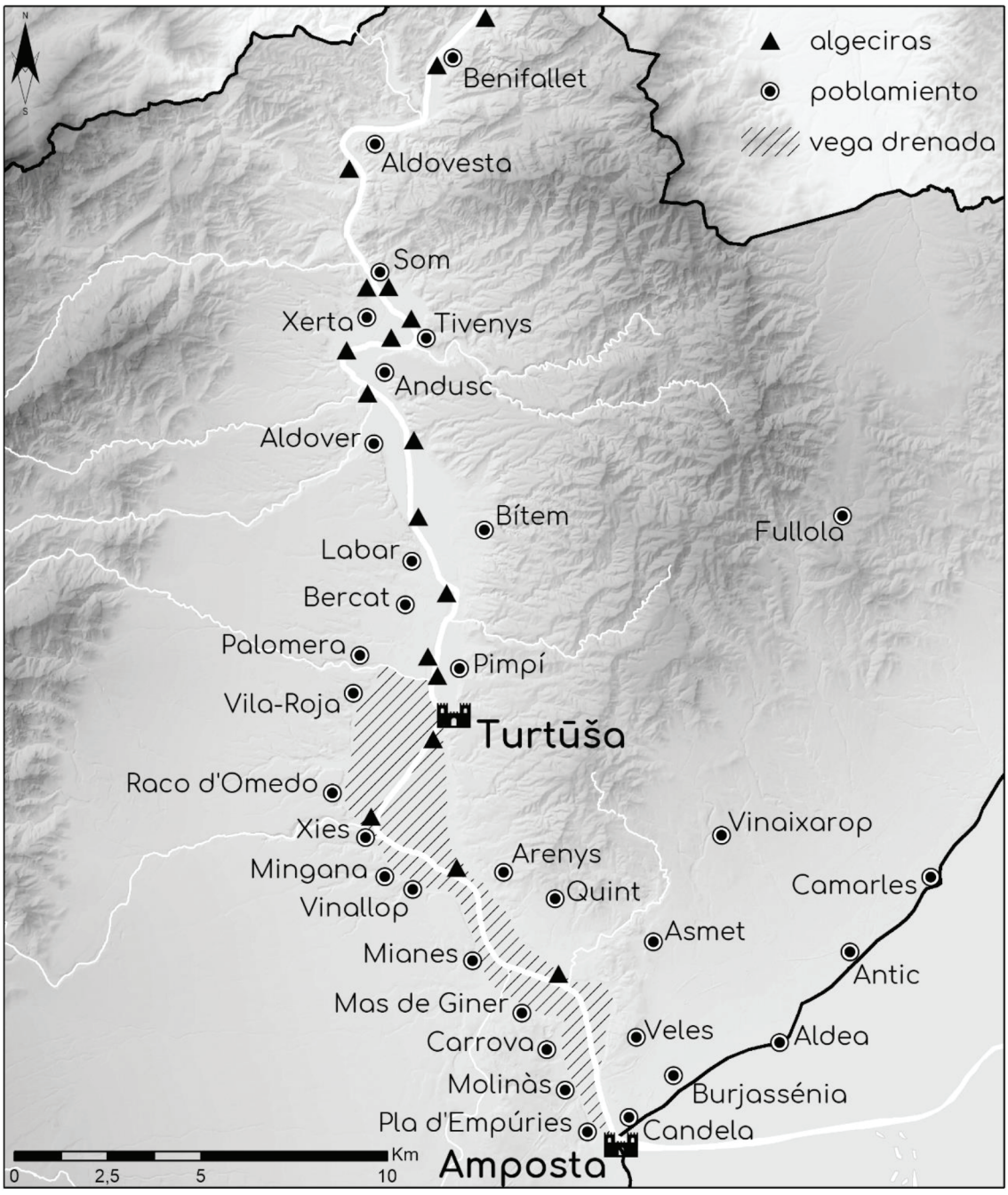
[24] CEU, doc. 2. Negre, 2015b, 118.

[25] Negre y Suñé, 2019.
[26] García Biosca *et al.*, 1998, 137-146. Negre y Martí, 2015. Ferré y Diloli, 2022, 9-10.
[27] Negre, 2020, 300.
[28] Negre, 2020, 335-336.
[29] Puy *et al.*, 2014, 231.

drenado, mientras que la principal zona de huertos irrigados se situaba al norte de la ciudad, utilizando cenias en la partida de Pimpí[30]. Aunque el estudio microestratigráfico no ha podido fechar el inicio de estas operaciones de drenaje de forma precisa, la secuencia sedimentaria manifiesta una posible intervención antrópica en su origen andalusí, del mismo modo que la documentación latina del siglo XII detalla la existencia de acequias en este margen.

Estos trabajos permiten observar las distintas problemáticas que afectan el desarrollo de uno de los principales espacios agrarios de la ciudad de Tortosa, si bien cabe preguntarse si este fue el único sector cerealista que abasteciera una urbe capacitada para acoger de

Mapa 4. Distribución del poblamiento andalusí, algeciras y espacio de vega drenada




Fuente: Elaboración propia.

[30] Kirchner *et al.*, 2014, 35-36.

5000 a 12 000 personas, según distintos cálculos[31]. Con una superficie de cultivo estimada, según estos trabajos, cercana a las setenta ha y una muy optimista productividad de dos t de cereal por hectárea, junto con una reserva del 10 % para futuras siembras y un conservador consumo anual per cápita de 200 kg en una dieta diversificada, la producción cerealista de este sector solo sería capaz de alimentar a 700 personas[32]. Son, en nuestra opinión, valores insuficientes para una medina de esta importancia, que aún debiera conseguir alrededor del 95 % de su consumo de grano.

En la margen derecha del Ebro las transformaciones también son evidentes, puesto que aquí se multiplican los datos arqueológicos y sus numerosas explotaciones constituyen la parte principal de la vega urbana. La identificación de más de una decena de yacimientos andalusíes sugiere un progresivo incremento de los asentamientos en el perímetro de la llanura aluvial, donde ocupan las terrazas pleistocenas protegidas de las crecidas estacionales del río. De tamaño moderado y situadas sobre pequeñas penínsulas, en su entorno se genera un nuevo modelo de ocupación que se acabó generalizando a lo largo del curso inferior del Ebro, con ciertos casos precoces, como los de El Pla d'Empúries o El Molinàs (Amposta), que presentan materiales de cronologías tempranas y también dataciones absolutas que confirman su ocupación estable durante el siglo X[33].

En su diversidad cronológica, a estos se suman los yacimientos andalusíes detectados en Arenalets (Xerta), Casa Blanca o *Labar* (*al-ābār*, los pozos; Tortosa), así como diversos sitios en el entorno de L'Observatori de l'Ebre y Raco d'Omedo (Roquetes), Xíes, Mianes y Mas de Giner (Tortosa) o La Carrova y L'Antic (Amposta). Unos y otros son lugares cuya correspondencia onomástica se intuye en las fuentes latinas, no sin problemas, que repetidamente indican la existencia de pozos y cenias cercanas. Así ocurre además en los sitios de Aldover, *Bercat* y *Palomera* (Tortosa), cuyos enclaves andalusíes no se identifican con certeza, donde captaciones y norias proporcionarían agua potable o para el riego de huertos[34].

Descritas como villas o lugares en la documentación latina, la fijación de estas alquerías deviene la principal forma de ocupación en la ribera del Ebro, conformadas por algunas unidades domésticas probablemente separadas entre sí que prefieren la seguridad de las terrazas elevadas sobre el llano aluvial como lugar de residencia. Partiendo a menudo de demarcaciones preislámicas, las alquerías son entidades bien delimitadas, cuyas actividades requieren cierto grado de coordinación con sus vecinos, originando nuevos desarrollos que al cabo amplían su población y multiplican los vecindarios. De hecho, muchas contaban en el momento de la conquista con su propia mezquita aljama, hecho que prueba su arraigo social y territorial, tras siglos de existencia[35].

Sintetizar tales procesos de desarrollo no es tarea fácil, si bien sus objetivos comunes parecen claros, a juzgar por la densidad de asentamientos que se generan siguiendo un mismo patrón. Todos ellos intensifican la explotación de la llanura aluvial, aprovechando diversos tipos de suelos, aptos para la plantación de cereales, olivos y frutales, así como para la producción hortícola. Aquí la realización y el mantenimiento de canales de drenaje también resulta indispensable, como lo fue desde antiguo, aunque tales espacios ahora se extienden hasta la orilla del río.

Así cobra importancia la explotación de aquellos espacios fluviales que las fuentes altomedievales denominan *insulae* o *ǧuzūr*, conformados junto al cauce por la acumulación de sedimentos recientes, bonificados de forma natural por los limos que aportan las crecidas y la proximidad de la capa freática. Pese a ser espacios muy frágiles, el aprovechamiento de este tipo de suelos se constata fehacientemente en época altomedieval, como lugares idóneos donde establecer huertos, prados y pastos, siendo comunes en la Península y en todo el ámbito mediterráneo[36]. Así, sobre los extremos de los llanos aluviales de Alicante y Murcia también son presentes, como los casos de Aljucer (*ǧuzūr*) y de una alquería llamada Ǧazīra, que al-ʿUḏrī sitúa junto al río Segura, áreas donde la arqueología certifica una profusa ocupación en época emiral, con estrategias de producción diversificadas y una explotación del suelo basada en distintos usos, variados y compatibles[37].

Tales islas abundan en los márgenes del Ebro y su explotación se extendería al ritmo que lo hicieron los asentamientos, que al ampliar sus cultivos sobre la llanura aluvial acceden a estos espacios periféricos. En

[31] Iglésies, 1961, 20. Casanovas, 1998, 197. Virgili, 2001, 111. Curto, 2005, 46. Negre, 2013, 380.
[32] Cálculos estimativos a partir de Amir y Sinclair, 1994. Ollich *et al*. 1998, 185. Bringas, 1998, 200-205. Araus *et al*. 2005, 140. Arnoldus-Huyzendveld, 2011, 111.
[33] Faura y Marqués, 2000. Negre, 2014b.
[34] Virgili, 2001, 218-219. Negre, 2013, 390. Kirchner *et al*., 2014.
[35] Negre, 2015b, 122-126.
[36] Martí, 1988.
[37] Gutiérrez, 1990, 160, y 1995, 70 y 86.

los casos más perdurables, las islas también se utilizan para el cultivo de especies arbóreas de raíces profundas, como los olivos, capaces de soportar las avenidas y facilitar la retención de suelos. Así las fuentes del siglo XII confirman la existencia de algeciras desde el entorno de Tortosa y aguas arriba, siendo focos de interés señorial durante la ocupación feudal del distrito[38].

De tamaño pequeño o moderado, normalmente, como espacios de huerta algunas islas alcanzan cierta complejidad, donde abundan las canalizaciones o acequias de saneamiento (*rego*, *cequia*) y los huertos proliferan. Envuelto por islas, así ocurre en el meandro de Xerta, sobre precedentes antiguos, donde predomina el olivar y fue lugar de desarrollo de una almunia regia (*que fuit regis sarraceni*) que poseyera sus propios jardines. La misma documentación latina detalla la profusión de olivos en Xerta, así como la presencia de almazaras, también en Benifallet, siendo el aceite medio de pago habitual de las rentas en especie tras la toma de Tortosa[39].

Pero, más allá de estas islas, las principales transformaciones de la ribera derecha del Ebro se producen mediante canalizaciones que también se extenderían sobre el conjunto de estos llanos aluviales, donde se documentan diversas redes de acequias paralelas al curso fluvial, cuyas arterias principales se ven segmentadas por los cauces de las principales ramblas y barrancos adyacentes[40]. Como ocurría desde antiguo, su principal función debió ser el drenaje de los campos de cultivo, aunque ahora cabe observar que distintos asentamientos comparten un mismo dispositivo de evacuación.

Así parece ocurrir entre Roquetes (*Villa Roia*) y Xies (*Fazalfori*), a los que se suman otros asentamientos documentados, como *Benigueral* y *Algezira Mazcor*, así como el enclave tardío de Racó d'Omedo, lugares que se sitúan sobre un mismo llano de inundación, con una superficie potencial de unas quinientas ha, cuya extensión interrumpe la rambla de Sant Antoni en su extremo meridional. Aquí distintas noticias describen la existencia de captaciones y de diversas acequias, donde la de *Caborrec* debió jugar un papel principal, tal vez situada hacia la cabecera de la huerta de Roquetes. También se atestiguan en esta ribera otras acequias paralelas al río que se interrelacionan, incluso en la estrecha llanura aluvial de Mianes, aprovechando la orografía y estableciendo una red compleja, cuya formación y alcance precisaría un estudio conjunto de todo el sector.

El tramo final de las terrazas de la margen derecha se cierra con otra importante canalización que evacua los aportes del acuífero de La Carrova, cuyo recorrido se extendería al pie de la plataforma de Roquers, hasta el barranco de Les Comes, cerca de la fortaleza de Amposta, tras un recorrido de unos tres km que delimita una superficie potencial de 150 ha. Denominado *Quarto* en los primeros textos latinos, en este vecindario pronto se impuso el nombre de la fuente de La Carrova, certificando la entidad y la antigüedad del sistema hidráulico desde tiempos de su villa romana. Con motivo de un pleito entre hospitalarios y templarios, en 1189 se refieren tanto a la surgencia (*fontem de Carrova*) como a la conducción, que se retrotrae al período islámico (*per cequiam discurrat antiquam, quemadmodum solita fuerat in tempore Sarracenorum*)[41]. Por otra parte, tanto en La Carrova como en el lugar vecino de Mianes se documentan sendas fortificaciones de origen andalusí, hoy desaparecidas, que enlazarían las defensas costeras con la ciudad de Tortosa.

En conjunto, estos amplios espacios de la margen derecha del Ebro se dedicarían principalmente al cultivo de cereales, como las tierras y campos que describen las primeras fuentes, aunque también incorporen zonas de huertos, prados y pastos (Figura 2). A nivel formal, con las infraestructuras hidráulicas que los mantienen, son espacios agrícolas equiparables al que se observa junto a la ciudad, en la orilla opuesta del río y de cuya adscripción urbana nadie duda. De hecho, en la margen derecha la influencia de la medina también se traduce en la presencia de, al menos, dos grandes campos de silos de cronología taifa que se sitúan en los extremos de aquellos espacios drenados, uno en el yacimiento de Xies o *Fazalfori*, sobre el barranco de Sant Antoni, y el segundo en el de Mas de Giner (Tortosa), junto a la rambla de La Galera y La Carrova.

Ambos yacimientos presentan un registro arqueológico vinculado mayoritariamente a producciones del siglo XI, así como los topónimos explícitos de Xies y Fazalforí, que derivan del catalán antiguo de silo (*cija>sitja*) y del árabe (*faḥs al-ḥury*, campo del granero). Con precedentes antiguos, en el yacimiento de Xies recientes intervenciones documentan la distribución de decenas de silos sobre una superficie de unos ocho mil m$^2$, protegida por un foso en su extremo occidental[42]. Los depósitos

[38] Virgili, 2001, 215. Negre, 2013, 384-386, y 2015, 26.
[39] Negre, 2013, 373, y 2015, 28.
[40] DCT, doc. 82, 347, 351, 398, entre otros.
[41] CGOH, doc. 181, 873.
[42] Diloli *et al.*, 2016, 155.

Figura 2. Vista actual de la llanura aluvial en Xerta (arriba) y Aldover (abajo), fuertemente antropizadas

Fuente: Èric Barberà, BaEs Audiovisual.

excavados estaban amortizados con materiales andalusíes, confirmando el uso medieval de estas estructuras. En cuanto al yacimiento de Mas de Giner, destruido en su mayor parte, una actuación de urgencia consiguió preservar hasta cinco fosas de idénticas características amortizadas con materiales andalusíes tardíos, separadas entre sí por un centenar de metros, que según el arqueólogo que las documentó habrían formado parte de un extenso campo de silos.

No son, ni mucho menos, los únicos ejemplos de concentraciones de este tipo de depósitos a lo largo de la ribera diestra del Ebro obliterados con materiales preferentemente andalusíes, pues cabe aún añadir los casos de La Carrova, El Barranc del Ceguet, El Pla de Empúries o el propio castillo de Amposta a esta nómina[43]. Aun así, Xies y Mas de Giner sirven como modelo del desarrollo de amplios graneros protegidos en época tardoandalusí, en paralelo al crecimiento urbano y a las persistentes amenazas que sufre el distrito. Como último ejemplo y probable epígono de tales almacenes, un despoblado de la primera mitad del siglo XII ocupa una pequeña península de 0,25 ha sobre El Racó d'Omedo (Roquetes), protegido tras un foso y un muro de tapia de hormigón de cal, donde predominan los restos de tinajas y todo tipo de contenedores.

A estos dispositivos también cabe añadir las distintas instalaciones molineras que aprovecharían las aguas de los barrancos adyacentes, a los que las fuentes árabes suman la presencia de molinos situados sobre embarcaciones, que activaba la corriente y que podían desplazarse sobre el río según las necesidades[44]. Historiadores y geógrafos árabes destacan repetidamente la riqueza de la ciudad con relación a sus recursos forestales, pesqueros y mineros, aunque no son pocas las menciones a la fertilidad de sus tierras y a los frutos que producían[45].

[43] Bosch *et al.*, 2004, 26. Villalbí *et al.*, 2007.

[44] Bramon, 2000, doc. 137.

[45] Bramon, 2000, doc. 30, 52, 53, 55, 56 y 57.

De todo lo expuesto se infiere que amplios espacios en ambas márgenes del río se comportarían como una unidad, conformando un único macrosistema al servicio de la medina, su abastecimiento y, por extensión, su defensa territorial. No cabe sino concluir que la puesta en producción de estos grandes agroecosistemas cerealistas, una propuesta que no niega la existencia de otros espacios con distintos desarrollos y objetivos, precisó trabajos de drenaje y desecación que se impulsaron desde la urbe, como venimos insistiendo desde hace años[46]. Solo así la ciudad pudo satisfacer sus necesidades, mientras fuera el último bastión de la frontera extrema de al-Andalus.

## Remodelación feudal de los llanos de El Montsià: molinos, acequias y urbanismo

Tras la conquista de Tortosa el río de La Sénia pasó a constituir el límite occidental del territorio de esta ciudad y también de Catalunya, una posición fronteriza que confiere características particulares a la consecuente repoblación de este sector. Entonces se estableció un nuevo castillo sobre El Puig del Castell de Ulldecona como fortificación avanzada, dotado de jurisdicción y de competencias fiscales sobre un amplio distrito, como cualquier otro *castell termenat*. Hoy excavado y restaurado, sus construcciones difieren de sus precedentes lejanos en *Catalunya Vella*, tanto que se atribuyen a época islámica[47], opinión que discutimos, pues no hay registros arqueológicos que lo prueben[48]. Así se considera que la estructura más antigua del castillo debiera ser su torrecilla de planta circular, como única obra de ascendencia andalusí, luego subsumida por el castillo feudal, al que se añade un cercado o muralla perimetral que acogería la primera villa que refieren los textos, sumando un conjunto de casi una hectárea de superficie.

En la empresa debieron participar tropas aragonesas desde un principio, contando con mano de obra local, como sugiere la primera noticia del castillo en 1167, donde Arnaldo de Jaca dona un *capmas* al monasterio de Poblet[49]. Otros aragoneses suscriben la donación, junto a Muhammad ben al-Husayn ben Hasana, formando un grupo heterogéneo que explicaría el mestizaje de tradiciones poliorcéticas. El donativo incluía tierras de labor para 6 yuntas de bueyes, unas 18 ha si se equiparan a *jovades*[50], situadas junto a una canalización (*rego*) que parece corresponder a la primitiva acequia del molino de L'Olivar, junto al yacimiento andalusí de Molí Nou.

Las obras del castillo proseguían en 1180, cuando el rey lo concede a la orden del Hospital, como un proyecto en curso (*cum fortitudine et castro quod ibi cum Deus dederit edificabitur*)[51]. Luego, los hospitalarios pactaron su señorío con los Montcada en 1191, como beneficiarios de un tercio de los dominios reales en Tortosa, reservando una *dominicatura* conjunta para 30 yuntas en la hoya de Ulldecona (unas noventa ha)[52]. Pero es en 1222 cuando el topónimo de Ulldecona se asocia por primera vez a una villa, en la carta de población que otorgan sus señores, donde solo constan seis beneficiarios nominales y se prevé establecer hasta 200 labradores[53]. La villa se situaba entonces tras el cercado de El Puig del Castell, donde se identifican construcciones coetáneas, aunque no pudo albergar tantas residencias como las previstas.

La concesión de 1222 precede toda una serie de iniciativas de repoblación semejantes en este sector, que principalmente promueven los hospitalarios y fragmentan los términos castrales entre diversas villas. Así se hace repetidamente en La Sénia (1232), Alcanar (1239) y Les Ventalles (1257), mediante concesiones a terceros, esperando acoger una veintena de pobladores en cada sitio, entre otras acciones por todo El Montsià[54]. El proceso discurre en paralelo en El Baix Maestrat, donde el mismo rey inicia el proceso en 1208 en Benifassà, en la cabecera del río de La Sénia, si bien se observa que las nuevas poblaciones del sector valenciano se alejarán del cauce[55]. Unas y otras son iniciativas señoriales que conducen sus clientes, quienes reciben heredades y prebendas, como la construcción de molinos, y asignan tierras a los recién llegados.

De buen comienzo, la fórmula de reparto no podía ser otra que la unidad del *mas* familiar (*mansus*), que hasta aquí constituye el tipo de explotación predominante en *Catalunya Vella*, mientras que en *Catalunya Nova* conoció un desarrollo más limitado aunque perdurable[56]. Con

[46] Martí y Negre, 2015, 76. Negre, 2020, 377.
[47] Forcadell *et al*., 2005. Forcadell, 2008 y 2017.
[48] Martí y Negre, 2014 y 2015. Negre, 2019.
[49] DSMP, doc. 305.
[50] Alsina *et al*., 1994, 167.
[51] Otro documento que anticipa la donación a 1178 debe considerarse apócrifo. La encomienda hospitalaria de Ulldecona generó un cartulario específico, repetidamente estudiado pero inédito, aunque hoy disponible en línea (CEU); CEU, doc. 8. Bonet, 1994, 277-285.
[52] CEU, doc. 11.
[53] CPFC, doc. 242.
[54] CPFC, doc. 257, 265, 276, 294-295 y 302.
[55] CPMV, doc. 1, 7, 10, 12, entre otros. Guinot, 2002, 110.
[56] Bolòs y Vicedo (eds.), 2009.

tierras y pastos diversificados, las cualidades extensas que ofrecían los despoblados andalusíes favorecieron el proceso colonizador, espacios humanizados que reciben la denominación de *mas*, *capmas* o *villare* cuando se asignan suertes y heredades. Como unidad de explotación, el *mas* aún persistirá durante siglos en El Montsià, a menudo formando agregados, para reactivarse en época moderna, cuando nuevos vecindarios y casas de labor extienden los cultivos sobre toda la comarca, contando con sus propios aljibes, pozos y balsas.

Pero esta fórmula de poblamiento disperso pronto quedó relegada por el desarrollo que alcanzan las poblaciones compactas, surgidas al amparo de las innovaciones jurídicas, comerciales y técnicas que conoce el mundo feudal durante el siglo XIII. Sujetas a derecho, también cabía dotar las nuevas comunidades locales de recursos adecuados y ello implicaba innovar, mediante una transformación profunda del espacio agrario, operación más factible en zonas escasamente pobladas o con un único señor. Así se hizo en Ulldecona, donde los hospitalarios emprenden el proyecto de establecer una gran puebla tras obtener su dominio exclusivo.

Así, la segunda carta de población que los hospitalarios conceden a la villa de Ulldecona en 1274 supone un cambio de paradigma, puesto que busca maximizar los resultados demográficos mediante el sacrificio de una parte de su reserva. El proyecto autoriza el traslado de la población al llano (*transferendi vos et villa*), con referencia explícita a 17 individuos que encabezan los jurados locales. La concesión describe un proyecto maduro, cuyas directrices formales recuerdan poderosamente el caso valenciano de Vila-real, que recibe su carta de población solo un mes antes[57]. El lugar escogido para edificar la villa constituía un cruce de caminos desde antiguo, donde los hospitalarios disponían de una torre y un pozo que podría utilizar la población, así como un huerto y casas que se reservaban. Aquí se asignaba a los pobladores unidades cuadradas de unos 1064 m$^2$ de superficie, donde construir casas y corrales, reservando espacio para iglesia y cementerio, así como 2,5 unidades para mercado, carnicería y obrador de la orden.

La forma urbana de Ulldecona reproduce fielmente el proyecto y preserva una retícula que se aproxima a los 32 m de lado, con calles de 4 m de ancho, aunque presenta anomalías en la mitad este de la villa, donde el antiguo camino de Alcanar a Godall queda reflejado por una diagonal de calles y el cambio de orientación de las manzanas[58]. Sin datos arqueológicos precisos, tales anomalías confirman la existencia de algún precedente, que bien pudiera remontarse a época antigua y altomedival, como otros yacimientos próximos. Distintamente, diversas afectaciones han descubierto buena parte del recinto perimetral de la villa medieval y moderna, flanqueada por 34 torres según noticia de 1391, así como restos de sus portales, con su correspondiente foso[59]. Fruto de su tiempo, aquí se creó una nueva villa-mercado[60], cuya hegemonía incipiente aún se fortalecerá durante la crisis bajomedieval.

Fuera de las murallas, la carta de población de Ulldecona también concedía una *fanecada* de tierra de la dominicatura a cada poblador, 831 m$^2$ destinados a huerto doméstico. De hecho, uno de los principales activos con que contaba la iniciativa era el elevado potencial agrícola de las tierras de la orden, delimitadas como estaban entre la balsa (de Camí de Montsià) y el margen de L'Olivar, tierras que se preveía transformar íntegramente en regadíos. Por ello se autorizaba a los pobladores a tomar el agua del río para traerla a la villa, desde el mejor sitio que encontrasen hasta el lugar de La Sénia, sin perjuicio de los molinos. Se trata de La Séquia Mare de Ulldecona, cuya construcción se emprendería de inmediato, tal vez aprovechando al principio las acequias molineras de L'Olivar y L'Arbolí.

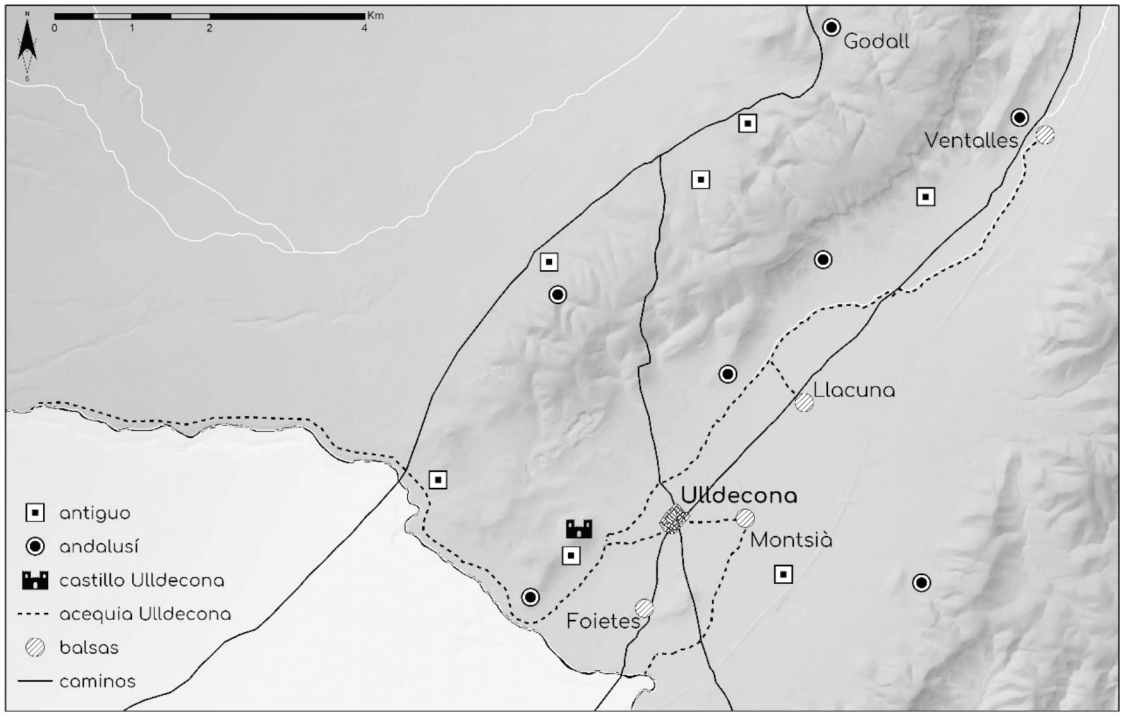
Pero hasta aquí ya se acumulaban las concesiones de molinos sobre el curso de El Sénia, generando instalaciones encadenadas, donde cada azud se sitúa bajo el cárcavo del molino precedente, minimizando así las infiltraciones en el permeable lecho del río[61]. Finalmente los conflictos estallaron cuando la señoría de ambos márgenes se separó, enfrentando ahora las órdenes de Montesa y del Hospital en una querella que resolvió el acuerdo de concordia de 1332, que distribuyó los tramos del río entre potestades y poblaciones perdurablemente[62].

A Ulldecona correspondía el tramo central, permitiendo que sus habitantes construyeran una nueva acequia tras el desagüe del molino de Castell, en Sant Rafel del Riu, aguas arriba de la utilizada hasta aquí. La misma concordia confirma que la acequia ya sobrepasaba la villa en 1332, hasta la balsa de La Llacuna, diseñando

[57] CPFC, doc. 324. CPMV, doc. 160. Guinot y Selma, 2012.

[58] Corominas, 1999, 17-20.
[59] Roig *et al.*, 2004.
[60] Farías, 2009.
[61] Guinot, 2000. Arasa *et al.*, 2000.
[62] Guinot, 2002, 115-120.

Mapa 5. El sistema hidráulico de Ulldecona en su entorno histórico




Fuente: Elaboración propia.

así una canalización que superaba 12 km de recorrido y se proyectaba prolongar otros 5 km, para llevar el agua hasta la balsa de Les Ventalles en caso de necesidad. Además, los habitantes de Ulldecona aún debían construir una canalización suficiente para devolver al río las aguas sobreras, conectando el foso de la población (*vall*) con la balsa de Camí de Montsià o de L'Aubelló (*bassa de l'Engollidor*) y esta con la acequia existente, completando así el sistema de drenaje de las hoyas. De este modo, distintas acequias delimitaron el sistema hidráulico de la huerta de Ulldecona, cuyo potencial superaba 400 ha de regadío (Mapa 5).

La situación difiere en el tramo superior del río, donde según la concordia ambas órdenes debían compartir las aguas de un mismo azud, para servicio de molinos harineros, batanes, ganados y riegos, como única captación permitida en el margen izquierdo. Aquel azud no es otro que el actual Partidor, que en el sector de La Sénia activaría diversos ingenios y aún alimenta los huertos entre Malany y Molins, finalizando al pie de la población. Con una extensión potencial de unas treinta ha, el origen y desarrollo de este espacio agrícola está por descubrir, si bien pudo explotarse desde antiguo y guardaría relación con las necrópolis andalusíes de Malany y Domenges, próximas a la cabecera y a la cola del sistema. En el año 1236 cabe situar aquí los molinos del ciudadano de Tortosa Guillem Moragues, así como las parcelas contiguas de pan, viña y huerto que reservaba, o los huertos que ofrecía a los nuevos vecinos. Fuentes posteriores muestran que la señoría mantuvo sólidos intereses, pues hospitalarios y concesionarios fabriles se opusieron al desarrollo de nuevos regadíos durante el siglo XVIII, cuando los habitantes de La Sénia pretendían traer el agua a la población mediante una conexión directa con El Partidor[63].

En el tramo inferior del río, la concordia establecía que Alcanar y Vinaròs debían compartir el agua para riegos y ganados bajo el molino de Canals, pero al cabo solo la población de Alcanar consiguió traer el agua de El Sénia para el desarrollo de su propia huerta y consumo, en fecha desconocida y con escasos caudales. De hecho, la captación concedida limitaba a ambas partes el desarrollo del riego, límites que Vinaròs intentó modificar infructuosamente durante los siglos XVII y XVIII, planteando llevarla aguas arriba. Lo mismo hizo Alcanar a continuación y lo consiguió, desplazando la suya hasta el molino de La Torta (a veces Tosca) y las escorrentías de L'Aubelló, que evacuaban las aguas del sistema hidráulico de Ulldecona[64].

[63] CPFC, doc. 265. Arasa *et al*., 2000, 397-398. Michavila, 2009.
[64] Arasa *et al*., 2000, 395-397. Fibla *et al*., 2003.

El distinto éxito que conocieron las poblaciones bajomedievales pronto se consolidó, reuniendo Ulldecona 277 *focs* o contribuyentes hacia 1358, frente a los 51 y 45 que sumaban respectivamente La Sénia y Alcanar, no todos residentes en suelo urbano[65]. Así se sembraron las semillas de nuevas poblaciones compactas en este extremo de Catalunya, como sólidas bases para el desarrollo moderno y contemporáneo, tras el sacrificio perpetuo de las aguas del río de La Sénia.

## En conclusión

A grandes rasgos, las tierras de la desembocadura del río Ebro desvelan hasta qué punto nuestro paisaje agrario es herencia y desarrollo de iniciativas remotas, empresas que afrontaron los retos que impone el medio físico. Por supuesto, la situación es distinta en la fértil vega que en los llanos áridos, aunque ambos espacios comparten soluciones comunes desde un principio, donde pozos, balsas y canales son recursos perdurables que generan longevas tradiciones. Quienes las aplican, sin embargo, son sociedades muy diferentes, cuyas realizaciones responden a las relaciones de producción específicas de su tiempo, siempre en continua transformación.

Así se observa en nuestro periplo desde época antigua, cuando se establecen directrices que pautan ulteriores desarrollos bajo el control de la ciudad de Tortosa a partir de aquí. En simbiosis con su territorio, los éxitos de la urbe implican la intensificación del cultivo de la ribera fluvial, mientras que su atonía facilita la colonización de los espacios periféricos. Son dinámicas que se manifiestan claramente en tiempos de ruptura, como ocurre tras el declive del agrosistema imperial y hasta que la ciudad andalusí recobra su pulso.

La perforación de pozos y el acondicionamiento de balsas siempre fue indispensable en todo tipo de explotaciones, mientras que las iniciativas más ambiciosas precisaron canales y acequias. En las pequeñas explotaciones, reducidos colectivos parentales transitan las distintas formaciones sociales y económicas, sometidos a relaciones de dependencia cambiantes. Como en otras partes, los esclavos derivaron en siervos, que aún renovaron su identidad durante el proceso de islamización. Pero pocos musulmanes permanecieron tras la conquista, reemplazados finalmente por los colonos cristianos y sus familias nucleares.

Distintamente, la construcción de canalizaciones acaba siendo una empresa compleja, bien la promueva la urbe, el señor de la tierra u otro colectivo. A diversa escala, su aplicación al drenaje de tierras facilitó el desarrollo de los espacios irrigados en época andalusí, empezando por las islas fluviales y la mejora que supone el empleo de cenias, así como la diversificación de las especies hortícolas. Pero, al cabo, serán los feudales quienes impongan nuevas directrices en ambas comarcas, siendo ellos quienes decidan el destino del agua, tanto al priorizar sus aplicaciones molineras como al promover la fundación de poblaciones en pleno siglo XIII, iniciando así un nuevo ciclo.

En distinto modo, nuestro mundo hoy acumula los logros que aquellas lejanas sociedades alcanzaron, como estratos superpuestos, fruto de la hibridación de culturas que canalizó el Mediterráneo.

## Fuentes

CEU. *Cartulario que contiene diferentes copias de Privilegios Reales, donaciones, Cartas de Población, Concordias y otras Escrituras a favor de la Inclita Militar y Sagrada Religion del Hospital de San Juan de Jerusalem; y particularmente de la Encomienda de Ulldecona, desde el año 1097 hasta el de 1359*. Archivo Histórico Nacional, Madrid (España), Códice L.662.

CGOH. *Cartulaire Général de l'Ordre des Hospitaliers de S. Jean de Jérusalem (1100-1310). Tome Premier 1100-1200* (Ed. de Joseph Delaville, 1894). Paris (Francia), Leroux Éditeur.

CPFC. *Cartas de Población y Franquicia de Cataluña* (Ed. de Josep Mª Font, 1969). Barcelona (España), Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

CPMV. *Cartes de poblament medievals valencianes* (Ed. de Enric Guinot, 1991). València (España), Generalitat Valenciana.

DCT. *Diplomatari de la catedral de Tortosa (1062-1193)* (Ed. de Antoni Virgili, 1997). Barcelona (España), Fundació Noguera.

DSMP. *Diplomatari de Santa Maria de Poblet. Volum I. Anys 960-1177* (Ed. de Agustí Altisent, 1993). Barcelona (España), Generalitat de Catalunya.

UM. *Uns al-muhağ wa-rawḍ al-furağ. Los caminos de al-Andalus en el siglo XII* (Ed. de Jasim Abid Mizal, 1989). Madrid (España), Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

## Bibliografia

Alsina, C., Marquet, L. y Feliu, G. 1994: *Pesos, mides i mesures dels paisos catalans*. Barcelona (España), Curial.

[65] Pons, 1964, 461.

Amir, J. y Sinclair, T. R. 1994: "Cereal grain yield: biblical aspirations and modern experience in the Middle East". *Agronomy Journal*, 86 (2), 362-364. https://doi.org/10.2134/agronj1994.00021962008600020029x

Arasa, J., Forcadell, T. y Michavila, I. 2000: "Els litigis per l'ús de l'aigua. El sistema hidràulic del riu de la Sénia a l'època moderna", en Glick, T. F., Guinot, E. y Martínez, L. P. (Eds.), *Els molins hidràulics valencians. Tecnologia, història i context social.* València (España), Universitat de València, 389-403.

Araus, J. L., Buxó, R., Slafer, G. A. y Romagosa, I. 2005. "La productivitat en l'agricultura prehistòrica: models fisiològics per a la quantificació dels rendiments de cereal com una alternativa als models tradicionals". *Cota Zero*, 20, 139-154. https://raco.cat/index.php/CotaZero/article/view/67395

Arnoldus-Huyzendveld, A. 2011. "Un'applicazione della carta del paesaggio: la potenzialità agricola dei suoli", en Citter, C. y Arnoldus-Huyzendveld, A. (Eds.). *Uso del suolo e sfruttamento delle risorse nella pianura grossetana nel Medioevo. Verso una storia del parcellario e del paesaggio agrario*. Roma (Italia), Artemide, 107-112.

Bolòs, J. y Vicedo, E. (eds.). 2009: *Poblament, territori i història rural, VI Congrés sobre sistemes agraris, organització social i poder local*. Lleida (España), Institut d'Estudis Ilerdencs y Diputació de Lleida.

Bonet, M. 1994: *La orden del Hospital en la Corona de Aragón. Poder y gobierno en la Castellanía de Amposta (siglos XII-XV)*. Madrid (España), Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Bosch, J., Faura, J. M. y Villalbí, M. 2004: "Intervenció arqueològica a l'àrea del Molinàs (Amposta, Montsià): aproximació a les pràctiques funeràries i al poblament des del neolític fins a l'època andalusina a les terrasses de la zona de la desembocadura de l'Ebre". *Tribuna d'Arqueologia 2000-2001.* Barcelona (España), Generalitat de Catalunya, 7-31.

Bramon, D. 2000: *De quan érem o no musulmans. Textos del 713 a 1010*. Vic, Barcelona (España), Eumo.

Bringas, M. A. 1998. *La producción y la productividad de los factores en la agricultura española, 1752-1935,* tesis doctoral, Universidad de Cantabria, Santander (España).

Casanovas, J. 1998: "La comunitat jueva i la ciutat musulmana". *L'Islam i Catalunya*. Barcelona (España), IEMed-Lunwerg, 193-200.

Chavarría, A. 2006: "Villas en *Hispania* durante la Antigüedad Tardía", en *Anejos de AEspA*, 39, 17-35.

Corominas, J. 1999: "Ulldecona: muralles i origen de la forma urbana". *Raïls*, 13, 13-28. https://raco.cat/index.php/Rails/article/view/26779

Curto, A. 2005: "Entrevista", en Moliné, F. X. *Esplendor a la* Ṭurṭūša *islàmica. Navegació i comerç a la taifa de* Ṭurṭūša *del segle XI*, trabajo de investigación inédito, Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona (España), 46-49.

Diloli, J. 2018: "Comerç, poder, aristocràcia. La formació del món ibèric a les Terres de l'Ebre". *Miscel·lània del CERE*, 28, 179-202.

Diloli, J., Ferré, R., Járrega, R. y Vilà, J. 2015: "La ciudad de Dertosa durante el Alto Imperio. La ocupación del área suburbial del barranco del Rastre". *Zephyrus*, 76, 121-139. https://dx.doi.org/10.14201/zephyrus201576121139

Diloli, J., Ferré, R., Vilà, J., Bea, D., Sardà, S., Bricio, L., Cots, I. y Guirao, E. 2016: "Prospecció sistemàtica i sondejos arqueològics al paratge "Mas de Xies-Pla de les Sitges" (Tortosa, Baix Ebre)". *Actes de les I Jornades d'Arqueologia de les Terres de l'Ebre*. Tortosa (España), Serveis Territorials de Cultura de les Terres de l'Ebre – Generalitat de Catalunya, 149-158. http://hdl.handle.net/2072/374164

Falomir, F. 2021: "L'edat del ferro als territoris de Castelló", en Oliver, A. (coord.), *Els problemes arqueològics de la província de Castelló: 100 anys després de Pere Bosch Gimpera*. Castelló, Diputació de Castelló, 59-70. http://hdl.handle.net/10234/196835

Farías, V. 2009: *El mas i la vila a la Catalunya medieval: Els fonaments d'una societat senyorialitzada (segles XI-XIV)*. València (España), Universitat de València.

Faura, J. M. y Marqués, J. 2000: *Informe de la intervenció arqueològica d'urgència realitzada a la Clota del Molinàs (Amposta) del 17 al 26 de gener de l'any 2000*. Barcelona (España), Generalitat de Catalunya (informe técnico).

Ferré, R. y Diloli, J. 2022: "La muralla romana de Tortosa. Un proyecto defensivo de la Antigüedad Tardía". *Archivo Español de Arqueología*, 95, https://doi.org/10.3989/aespa.095.022.06.

Fibla, H., Forcadell, T., Arasa, J. y Michavila, I. 2003: "L'aprofitament del riu de la Sénia a Alcanar. Xarxa i artilugis hidràulics". *Actes del II Congrés d'història d'Alcanar*. Alcanar (España), Ajuntament d'Alcanar. https://issuu.com/oronules/docs/comunicaci___s__quia_mare_d_alcanar

Florensa, F. X., Gurrera, M. y Moreno, I. 2016: "Intervenció arqueològica d'urgència a la Clapissa. Partida dels Masets de Godall (El Montsià)", en *Actes de les I Jornades d'Arqueologia de les Terres de l'Ebre*. Tortosa (España), Serveis Territorials de Cultura de les Terres de l'Ebre – Generalitat de Catalunya, vol. II, 75-80. https://calaix.gencat.cat/handle/10687/230921#page=1

Folch, C., Gibert, J. y Martí, R. 2015: "Les explotacions rurals tardoantigues i altmedievals a la Catalunya Vella: una síntesi arqueològica". *Estudis d'Història Agrària*, 27, 91-113.

Forcadell, T. 2007: "La necròpolis andalusina del Mas del Torril (la Sénia-Montsià)". *Jornades d'Arqueologia 1999: comarques de Tarragona (1993-1999)*. Barcelona (España), Generalitat de Catalunya, 477-480.

Forcadell, T. 2008: "Castell d'Ulldecona. Intervenció 2003-2006. 2ª part. Resultats arqueològics i interpretació històrica". *Raïls*, 24, 183-207.

Forcadell, T. 2017: "El castell d'Ulldecona i els fantasmes que encara hi viuen". *Recerca*, 17, 239-256.

**Forcadell, T.**, Villalbí, M. y Almuni, V. 2005: "El poblament andalusí al riu Sénia". *Recerca*, 9, 121-167. https://raco.cat/index.php/Recerca/article/view/27182/122873

**García Biosca, J. E., Giralt, J., Loriente, A. y Martínez, J.** 1998: "La gènesi dels espais urbans andalusins (segles VIII-X). Tortosa, Lleida i Balaguer", en Giralt, J. y García, J. E. (Eds.), *L'islam i Catalunya*. Barcelona (España), IEMed-Lunwerg, 137-165.

**Garcia i Rubert, D.** 2000: "Noves aportacions al procés de romanització del curs baix del riu Ebre: la comarca del Montsià". *Empúries*, 52, 137-172.

**Garcia i Rubert, D.** 2015: "Jefes del Sénia. Sobre la emergencia de jefaturas durante la primera Edad del Hierro en el nordeste de la Península Ibérica". *Munibe*, 66, 223-243.

**Garcia i Rubert, D.**, González, M. A., Moreno, I., Revilla, V., Ros, A. y Villalbí, M. M. 2005: "La vil·la de la Carrova (Amposta, Montsià, Catalunya) i el poblament d'època romana a les Terres de l'Ebre". *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló*, 24, 227-270. https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/46425/2248856.pdf?sequence=1&isAllowed=y

**Gascón, E. M., Buxeda, J., Day, P. M. y Garcia i Rubert, D.** 2023: "Phoenician Pottery in the Western Mediterranean: A New Perspective Based on the Early Iron Age (800-550 BC) Settlement of Sant Jaume (Alcanar, Catalonia)". *Applied Sciences*, 13 (6), 3733. https://doi.org/10.3390/app13063733

**Genera, M. y Járrega, R.** 2009: *Aproximació a la* Dertosa *romana*. Tarragona (España), Edición de Margarida Genera. https://www.recercat.cat/bitstream/id/83265/icac_art_152.pdf

**Genera, M. y Járrega, R.** 2011: *Aproximació a l'Ager Dertosanus: la vil·la romana de Barrugat, Bítem, Tortosa (Baix Ebre)*. Reus (España), Pragma. https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/374049/2011-aproximacio-ager-dertosanu.pdf?sequence=1

**Griñó, D., Camarasa, V. y Busquets, C.** 2011: "Mas Catxorro, la transformació d'una vil·la romana en un assentament i necròpolis rural alt-medieval (Benifallet, Baix Ebre)". *Actes del IV Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya*. Tarragona (España), ACRAM, vol. I, 131-140.

**Guinot, E.** 2000: "Molins andalusins i molins feudals: l'ordenació del sistema hidràulic baixmedieval del riu de la Sénia (Castelló)", en Glick, T. F., Guinot, E. y Martínez, L. P. (Eds.). *Els molins hidràulics valencians. Tecnologia, història i context social*. València (España), Universitat de València, 193-227

**Guinot, E.** 2002: "El riu de la Sénia: sistemes de reg i molins medievals". *Acta historica et archaeologica mediaevalia*, 23-24, 103-121.

**Guinot, E. y Selma, S.** 2012: "La construcción del paisaje en una huerta feudal. La Séquia de Vila-Real (siglos XIII-XV)", en Torro, J. y Guinot, E. (Eds.), *Hidraúlica agraria y sociedad feudal: prácticas, técnicas, espacios*. València (España), Universitat de València, 103-146.

**Gutiérrez, S.** 1990: "La huerta y el alfoz", en Moreno, F. (Dir.), *Historia de la ciudad de Alicante*. Alacant (España), Patronato para la conmemoración del Quinto Centenario de la ciudad de Alicante, 152-176.

**Gutiérrez, S.** 1995: "El origen de la huerta de Orihuela entre los siglos VII y XI. Una propuesta arqueológica sobre la explotación de las zonas húmedas del Bajo Segura". *Arbor*, 151 (593), 65-94.

**Iglésies, J.** 1961: *La conquesta de Tortosa*. Barcelona (España), Rafael Dalmau.

**Járrega, R.** 2008: "El poblament rural romà i les *villae* al curs inferior de l'Ebre", en Revilla, V., González, J. R. y Prevosti, M. (Eds.), *Actes del Simposi: Les vil·les romanes a la Tarraconense*. Barcelona (España), Museu d'Arqueologia de Catalunya, vol. I, 183-204.

**Kirchner, H., Virgili, A. y Antolín, F.** 2014: "Un espacio de cultivo urbano en al-Andalus: Madīna Ṭurṭūša (Tortosa) antes de 1148". *Historia Agraria*, 62, 11-45.

**Llarch, J. M., Virgili, J. y Comelles, M.** 1993: "La vegetació de les basses de la foia d'Ulldecona". *Raïls*, 2, 6-30. https://raco.cat/index.php/Rails/article/view/26621

**López, A. y Fierro, J.** 1990: "La época romana en Darró (Vilanova i la Geltrú, Barcelona)". *Espacio, Tiempo y Forma*, 3, 203-254. http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:ETFSerieI-427E02B2-92F2-BB40-CCDB-4356696FA393&dsID=Documento.pdf

**Martí, R.** 1986: "La tradició oriental de la irrigació a al-Andalus: Les tècniques de construcció dels qanat(s) de Mayurqa", en Barceló, M., Carbonero, M. A., Martí, R. y Rosselló-Bordoy, G. *Les aigües cercades (Els qanat(s) de l'illa de Mallorca*. Palma de Mallorca (España), Institut d'Estudis Baleàrics, 53-69.

**Martí, R.** 1988: "Les *insulae* medievals catalanes". *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana*, 44, 111-123.

**Martí, R. y Negre, J.** 2014: "Fortificaciones y edilicia de prestigio en el extremo oriental de la Marca Superior: Ṭurṭūša y su entorno", en Sabaté, F. y Brufal, J. (Dirs.). *La Ciutat Medieval i Arqueologia.* Lleida (España), Pagès, 219-240.

**Martí, R. y Negre, J.** 2015: "Assentaments i espais agraris medievals al Baix Ebre i al Montsià: una anàlisi diacrònica". *Estudis d'Història Agrària*, 27, 67-89. https://raco.cat/index.php/EHA/article/view/314516

**Martí, R. y Negre, J.** 2016: "El poblament rural del Baix Ebre i Montsià entre l'Antiguitat Tardana i el Feudalisme. Prospeccions arqueològiques a les Terres de l'Ebre entre els anys 2010 i 2011", en Martínez, J., Diloli, J. y Villalbí, M. *Actes de les I Jornades d'Arqueologia de les Terres de l'Ebre*. Tortosa (España), Serveis Territorials de Cultura de les Terres de l'Ebre y Generalitat de Catalunya, vol. I, 489-505.

**Martínez-Vilalta, J., Claramunt, B., Arnan, X., Estorach, M. y Poyatos, R.** 2009: "L'edat de les oliveres monumentals i singulars del Montsià". *Raïls*, 25, 208-221. https://raco.cat/index.php/Rails/article/view/179211

**Michavila, M. I.** 2009: "Un litigi per l'aprofitament de l'aigua del riu de la Sénia: la sentència de 1786". *Lo Senienc. Memòria, natura i llengua*, 6, 33-38.

**Negre, J.** 2013: *De Dertosa a Ṭurṭūša. L'extrem oriental d'al-Ṯagr al-Aʿlà en el context del procés d'islamització d'al-Andalus*, tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona (España). https://www.tdx.cat/handle/10803/116319#page=1

**Negre, J.** 2014: "Poblamiento rural en el distrito islámico de Turtusa: resultados de las campañas de prospección arqueológica en Les Terres de l'Ebre (2010-2011)". Sabaté, F. y Brufal, J. (Dirs.). *La Ciutat Medieval i Arqueologia.* Lleida (España), Pagès, 241-262.

**Negre, J.** 2014b: "La cerámica altomedieval de Tortosa (siglos VII-X). Una primera clasificación y análisis interpretativo". *Arqueología y Territorio Medieval*, 21, 39-67. https://doi.org/10.17561/aytm.v21i0.2220

**Negre, J.** 2015: "Origen y desarrollo de la huerta de Tortosa (siglos IV-XII). El proceso de formación de un macro-espacio irrigado en el levante peninsular". *Historia Agraria*, 66, 11-40.

**Negre, J.** 2015b: "Espacios religiosos en el medio rural: rábidas, mezquitas y necrópolis en el *hawz* de Ṭurṭūša", en Sabaté, F. y Brufal, J. (Dirs.). *Arqueologia Medieval. Els espais sagrats*. Lleida (España), Pagès, 115-134.

**Negre, J.** 2019: "Sobre els orígens del castell d'Ulldecona: *ḥiṣn*, *castrum* o alguna cosa diferent?". *Recerca*, 18, 199-233. https://raco.cat/index.php/Recerca/article/view/377010

**Negre, J.** 2020: *En els confins d'al-Andalus. Territori i poblament durant la formació d'una societat islàmica a les Terres de l'Ebre i el Maestrat*. Benicarló (España), Onada Edicions.

**Negre, J. y Martí, R.** 2015: "Urbanismo en la Marca Oriental de al-Andalus durante el Califato (940-974): el ejemplo de Madīna Ṭurṭūša a través de las fuentes arqueológicas y escritas". *Sagvntvm*, 47, 187-201. https://doi.org/10.7203/SAGVNTVM.47.5170

**Negre, J. y Suñé, J.** 2019: "Territorio, fiscalidad y actividad militar en la formación de un espacio fronterizo. La consolidación de Tortosa como límite extremo del al-Andalus omeya". *Anuario de Estudios Medievales*, 49 (2), 705-740. https://doi.org/10.3989/aem.2019.49.2.12

**Noguera, J.** 2006: *Gènesi i evolució de l'estructura del poblament ibèric en el curs inferior del riu Ebre: la Ilercavònia septentrional*, tesis doctoral, Universitat de Barcelona, Barcelona (España). http://hdl.handle.net/10803/2599

**Oliver, A.** 2012: "Signos de poder en la protohistoria. Un ejemplo en el levante peninsular", *Potestas*, 5, 5-27. http://dx.doi.org/10.6035/Potestas.2012.5.1

**Ollich, I., Rocafiguera, M. y Ocaña, M.** 1998. *Experimentació arqueològica sobre conreus medievals a l'Esquerda, 1991-1994*. Barcelona (España), Universitat de Barcelona.

**Pons, J. M.** 1964: "Un fogatjament desconegut de l'any 1358", *Butlletí de la Reial Acadèmia de Bones Lletres de Barcelona*, 30, 323-498. https://raco.cat/index.php/BoletinRABL/article/view/196159

**Puy, A., Balbo, A., Virgili, A. y Kirchner, H.** 2014: "The evolution of Mediterranean wetlands in the first millennium AD: The case of Les Arenes floodplain (Tortosa, NE Spain)". *Geoderma*, 232-234, 219-235. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.05.001

**Rams, P. y Pérez, J. M.** 2003: *Intervenció arqueològica a l'entorn de la Torre de l'Ermita de la Mare de Déu de l'Aldea.* Barcelona (España), Generalitat de Catalunya, documento técnico. http://hdl.handle.net/10687/8649

**Revilla, V.** 1998: "La villa de Casa Blanca (Tortosa, Tarragona): evolución y arquitectura de un asentamiento rural de los siglos I al V dC". *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló*, 19, 395-416.

**Revilla, V. y Miret, M.** 1995: "El poblament romà al litoral central de Catalunya". *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló*, 16, 189-210.

**Roig, J., Forcadell, T. y Grau, F.** 2004: "L'urbanisme i el sistema defensiu a la Ulldecona del segle XVIII". *Raïls*, 20, 45-62. https://raco.cat/index.php/Rails/article/view/26916

**Roig, J.** 2009: "Asentamientos rurales y poblados tardoantiguos y altomedievales en Catalunya (siglos VI-X)", en Quirós, J. A. (Dir.). *The Archaeology of Early Medieval Villages in Europe*. Vitoria-Gasteiz (España), UPV-EHU, 207-251.

**Valor-Piechotta, M.** 2017: "Sevilla, la capital de al-Andalus bajo los almohades", en Ciotta, G. (Ed.). *Storia dell'architettura e della città antica, medievale e moderna*. Milano (Italia), FrancoAngeli, 308-341.

**Villalbí, M., Forcadell, T., Montañés, C. y Ramon, M. J.** 2007: "El castell d'Amposta: ordenació urbanística i intervencions arqueològiques (Amposta, Montsià)", en *Jornades d'Arqueologia 1999: comarques de Tarragona (1993-1999)*. Barcelona (España), Generalitat de Catalunya, 411-421.

**Virgili, A.** 2001: *Ad detrimentum Yspanie. La conquesta de Ṭurṭūša i la formació de la societat feudal (1148-1200)*. València (España), Universitat de València.

Dossier

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# Agua e historia del paisaje en Cataluña: novedades y resiliencias a lo largo de la Edad Media. El ejemplo de Lleida

## *Water and landscape history in Catalonia: novelties and resilience throughout the Middle Ages. The example of Lleida*

**Jordi Bolòs**
Universitat de Lleida, Lleida, España
jordi.bolos@udl.cat
ORCID: 0000-0001-6495-9630

**Información del artículo**
**Recibido:** 10/10/2022
**Revisado:** 23/05/2023
**Aceptado:** 24/05/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.7402

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMEN**

En las comarcas donde se levantan las ciudades de Lleida y de Balaguer, si se pretende asegurar una producción agrícola regular y suficiente, siempre ha tenido mucha importancia poder regar las tierras de cultivo. La época islámica (siglos VIII-XII) fue la etapa de nuestro pasado en la que se construyó un mayor número de acequias. En las próximas páginas nos interesamos por las características de las canalizaciones y las huertas que se crearon a lo largo de estos siglos, muy a menudo en relación con las principales ciudades. Asimismo, nos cuestionaremos sobre los posibles precedentes de los espacios irrigados de época andalusí, estableciendo comparaciones con lo que encontramos en las cercanías de ciudades como Girona, Elna o Barcelona. Finalmente, analizaremos las transformaciones que se produjeron en los canales y en los paisajes irrigados del territorio de Lleida, después de la conquista que llevaron a cabo a mediados del siglo XII los condes de Barcelona y Urgell.

**PALABRAS CLAVE:** Edad Media, Espacios Irrigados, Historia de Cataluña, Al-Andalus, Transiciones.

**ABSTRACT**

In the regions where the cities of Lleida and Balaguer are located, if the aim is to ensure regular and sufficient agricultural production, it has always been very important to be able to irrigate the farmland. The Islamic era (8th-12th centuries) was the stage of our past in which a greater number of irrigation ditches were built. In the following pages we will be interested in the characteristics of the canalizations and the *hortes* or *huertas* that were created throughout these centuries, very often in relation to the main cities. Likewise, we will question the possible precedents of the irrigated spaces of the Andalusian period, establishing comparisons with what we can find in the vicinity of cities such as Girona, Elna or Barcelona. Finally, we will analyze the transformations that occurred in the canals and in the irrigated landscapes of the territory of Lleida, after the conquest carried out in the mid-twelfth century by the counts of Barcelona and Urgell.

**KEYWORDS:** Middle Ages, Irrigated Areas, History of Catalonia, Al-Andalus, Transitions.

## A água e a história da paisagem na Catalunha: novidades e resiliência ao longo da Idade Média. O exemplo de Lleida

**RESUMO**

Nas regiões onde estão localizadas as cidades de Lleida e Balaguer, se o objetivo é garantir uma produção agrícola regular e suficiente, sempre foi muito importante poder irrigar as terras agrícolas. A era islâmica (séculos VIII-XII) foi a hora do nosso passado em que foi construído um maior número de canais de irrigação. Nas páginas seguintes interessamo-nos pelas características das canalizações e das *hortes* ou *huertas* que foram criadas ao longo destes séculos, muitas vezes em relação às principais cidades. Da mesma forma, questionaremos os possíveis precedentes dos espaços irrigados do período islâmico, estabelecendo comparações com o que podemos encontrar nas proximidades de cidades como Girona, Elna ou Barcelona. Por fim, analisaremos as transformações ocorridas nos canais e nas paisagens irrigadas do território de Lleida, após a conquista realizada em meados do século XII pelos condes de Barcelona e Urgell.

**PALAVRAS-CHAVE:** Idade Média, Áreas Irrigadas, História da Catalunha, Al-Andalus, Transições.

## L'eau et l'histoire du paysage en Catalogne : nouveautés et résilience à travers le Moyen Âge. L'exemple de Lérida

**RÉSUMÉ**

Si l'objectif est d'assurer une production agricole régulière et suffisante, pouvoir irriguer les terres agricoles a toujours été très important dans les régions où se trouvent les villes de Lleida et Balaguer. Le temps islamique (VIII$^{e}$-XII$^{e}$ siècles) a été l'étape de notre passé au cours de laquelle un plus grand nombre de canaux d'irrigation ont été construits. Dans les pages suivantes nous nous intéresserons aux caractéristiques des canalisations et des vergers (*hortes* ou *huertas*) qui se sont créés tout au long de ces siècles, bien souvent en relation avec les principales villes. De même, nous questionnerons les possibles précédents des espaces irrigués de la période islamique, en établissant des comparaisons avec ce que l'on peut trouver aux alentours de villes comme Gérone, Elne ou Barcelone. Enfin, nous analyserons les transformations survenues dans les canaux et dans les paysages irrigués du territoire de Lleida, après la conquête menée au milieu du XII$^{e}$ siècle par les comtes de Barcelone et d'Urgell.

**MOTS-CLÉ:** Moyen Âge, Terre Irriguée, Histoire de la Catalogne, Al-Andalus, Transitions.

## L'acqua e la storia del paesaggio in Catalogna: novità e resilienza nel medioevo. L'esempio di Lleida

**RIASSUNTO**

Se l'obiettivo è garantire una produzione agricola regolare e sufficiente, la possibilità di irrigare i terreni agricoli è sempre stato molto importante nelle regioni in cui si trovano le città di Lleida e Balaguer. L'era islamica (VIII-XII secolo) è stata la tappa del nostro passato in cui sono stati costruiti un maggior numero di canali di irrigazione. Nelle prossime pagine ci interesseremo alle caratteristiche delle canalizzazioni e dei frutteti (*hortes* o *huertas*) che si sono creati nel corso di questi secoli, molto spesso in relazione alle principali città. Allo stesso modo, metteremo in discussione i possibili precedenti degli spazi irrigui del periodo islamico, stabilendo confronti con quanto possiamo trovare in prossimità di città come Girona, Elna o Barcellona. Infine, analizzeremo le trasformazioni avvenute nei canali e nei paesaggi irrigui del territorio di Lleida, dopo la conquista effettuata a metà del XII secolo dai conti di Barcellona e Urgell.

**PAROLE CHIAVE:** Medioevo, Terra Irrigata, Storia della Catalogna, Al-Andalus, Transizioni.

## Introducción

En los archivos se conservan centenares de documentos, escritos en la segunda mitad del siglo XII y a principios del siglo XIII, que permiten conocer de un modo bastante preciso cómo eran y qué extensión tenían las tierras irrigadas que habríamos encontrado en las cercanías de la ciudad de Lleida a lo largo de estos siglos. Lleida se halla situada en la zona occidental de Cataluña, en el noreste de la península Ibérica, en la llamada desde la época medieval Cataluña Nueva. La Cataluña Vieja fue conquistada por los francos entre el año 759, cuando los carolingios ocuparon el Rosellón, y el año 806, en el que los condados de Pallars y Ribagorza pasaron a depender de los condes de Toulouse; en 801, se había producido el sitio y la conquista de Barcelona por parte del hijo de Carlomagno. Contrariamente, las tierras de Tortosa y de Lleida no fueron conquistadas y colonizadas por los ejércitos del conde de Barcelona hasta tres siglos y medio más tarde, en los años 1148 y 1149, respectivamente. Esta evolución histórica distinta repercutió en el paisaje, en concreto en las características de los espacios irrigados. Resulta evidente que existen otras diferencias importantes entre las tierras de la Cataluña Vieja y las de la Nueva. Encontramos una pluviometría muy variada en las distintas comarcas catalanas: desde los 1029 mm de lluvia anual de Olot o los 788 mm de Puigcerdà, en el Pirineo, y los más escasos 351 mm de Lleida, en el interior, pasando por los 626 mm de Perpiñán, los 598 mm de Barcelona, los 548 mm de Tortosa y los 475 mm de Tarragona, ciudades próximas a la costa. Debido a la escasa lluvia y con el fin de asegurar la cosecha, en algunos de estos territorios era fundamental poder irrigar las tierras. Como reflejan los mismos documentos, los censos pagados por aquellos que disponían de unas tierras irrigadas eran muy superiores a los que se pagaban en las zonas de secano[1].

A partir de la información que nos aportan los numerosos documentos escritos poco después de la conquista condal de Lleida, también podemos llegar a conocer parcialmente lo que habríamos encontrado antes del año 1149 y de este modo identificar los cambios que se produjeron tras la conquista acaecida a mediados del siglo XII. A lo largo de las próximas páginas, intentaremos esclarecer cómo era el territorio de Lleida en la etapa andalusí y también aquello que podía existir antes de que se produjera la llegada de los árabes y bereberes a esta región, hacia los años 713 o 714.

Con este propósito, resulta interesante contrastar lo que encontramos en Lleida con lo que podemos hallar, a lo largo de la alta Edad Media, en las cercanías de las ciudades de Elna (Rosellón), Girona y Barcelona. Debemos tener presente que, en estas tres ciudades, la época de dominio islámico se prolongó a lo largo de menos de un siglo (entre 713 y 721 y los años 759, 785 o 801, respectivamente). Podemos empezar acercándonos a Girona, ciudad en donde la guarnición musulmana que la controlaba abrió sus puertas a los carolingios en 785, cuando ya hacía diecisiete años que reinaba Carlomagno como rey de los francos.

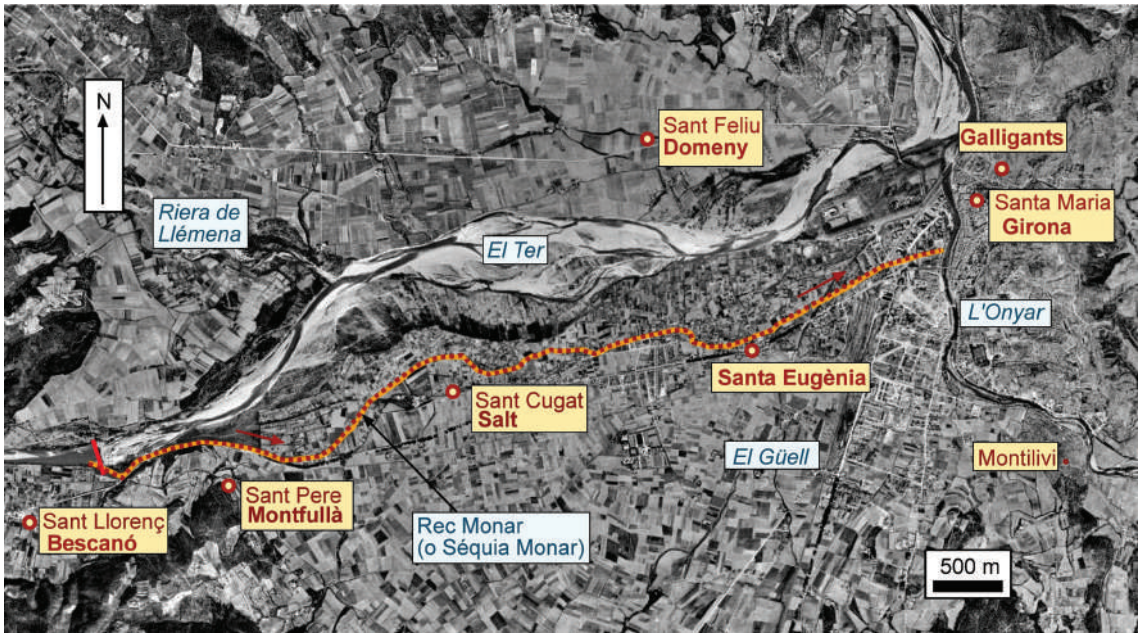
## En la Cataluña Vieja: cercanías de Girona, Perpiñán y Barcelona

Cerca de la ciudad de Girona confluyen los ríos Onyar y Ter. Resulta muy interesante centrar la atención en el último tramo del Ter, antes de que este río llegue a la ciudad. Actualmente, a unos 6,5 km de Girona, tiene el inicio una acequia que permite regar un amplio sector situado al sur del Ter, en su orilla derecha (fig. 1). De acuerdo con lo que podemos apreciar en las fotografías aéreas realizadas a mediados del siglo XX, en este momento se podía irrigar una extensa superficie de aproximadamente 1,72 km$^2$. Esa canalización recibe el nombre de Rec Monar (la acequia de los molinos)[2]. Los estudios realizados hasta la fecha nos conducen a pensar que esta acequia ya existía antes del año 1000. En un documento de 833 se menciona *ipso rego*, situado al lado de la población de Salt[3]. En 988, también se menciona, cerca de Santa Eugènia de Ter, *ipso rego*, con una tierra que era del conde (una *coromina*), con molinos, huertos, linares y cañamares[4]. A pesar de todas estas referencias, resulta difícil fechar con seguridad el momento en que se produjo la construcción de ese sistema hidráulico. En principio, tenemos que suponer que se construyó en época carolingia, quizás en función de los intereses de los habitantes de la ciudad episcopal de Girona. Creemos poco lógico pensar que deba relacionarse con los años de dominio islámico, decenios durante los cuales estamos convencidos que el principal interés de los musulmanes era controlar el territorio ocupado.

[1] Bolòs, 1993.

[2] Canal *et al.*, 2003.
[3] Sobrequés *et al.*, 2003, 72, doc. 12.
[4] Sobrequés *et al.*, 2003, 461, doc. 518.

Figura 1. El "Rec Monar" de Girona. Canalización documentada en época carolingia




Fuente: ICGC © (año 1946).

Sin embargo, no podemos descartar en absoluto que esta acequia no sea más antigua y deba fecharse en los primeros siglos medievales (o que incluso pueda tener unos precedentes anteriores).

Según un documento escrito en 903, el conde Radulfo de Rosellón cedió al monasterio de Lagrasse (en Languedoc), entre otros bienes, la villa de Pesillà y unas acequias (*ipsos regos*; en catalán *recs*) que cogían el agua del río Tet; el agua discurría desde Millars (en Sant Martí), cruzaba el término de Cornellà y llegaba hasta el territorio de Pesillà[5]. Parece que en este momento ya existía dicha acequia y que el conde solo cedió el derecho de hacer uso de ella. Es posible que actualmente corresponda, de un modo aproximado, a los llamados Rec del Molí de Cornellà y Rec de Pesillà (fig. 2)[6]. Los dos *recs* sumados tienen una longitud total superior a los ocho km. En este caso, lo más probable es pensar en la acción de la familia condal; en el siglo IX ya se dieron cuenta de la importancia de poder irrigar las tierras de este término rural. Unos kilómetros más hacia el este, en Bao, encontramos un dominio cedido en 988 por la condesa de Rosellón a la abadía de Sant Miquel de Cuixà: también incluía canalizaciones y molinos. Unos cincuenta años más tarde, los monjes de este monasterio del Conflent todavía estaban ampliando la acequia creada antes del año 1000[7].

Si nos trasladamos a las proximidades de la ciudad de Barcelona, también encontramos acequias que, según los documentos, fueron creadas antes del año 1000. Centraremos la atención en los cursos de los ríos Ripoll, Besòs y Llobregat. A pesar de los grandes cambios que han acaecido últimamente en el lecho de estos ríos y en sus aledaños, que nos podrían enturbiar la visión de la realidad, resulta muy esclarecedor lo que nos explican los documentos escritos durante los siglos VIII-X y, asimismo, aquello que podemos observar en las fotografías aéreas realizadas en 1956, que actualmente ya se pueden consultar en forma de ortofotomapa.

En el siglo X, a lo largo del río Ripoll, en la comarca del Vallès, encontramos numerosas menciones de huertos irrigados y de molinos[8]. Centraremos la atención en tres sectores bien documentados. En primer lugar, cerca de Sant Vicenç de Jonqueres (en el municipio de Sabadell) existía un conjunto de pequeños huertos, cada uno de los cuales tenía una extensión de alrededor de dos ha; la superficie máxima era de seis ha (fig. 3). Se hallaban a ambos lados del curso fluvial. Seguramente una pequeña presa, construida quizás solo

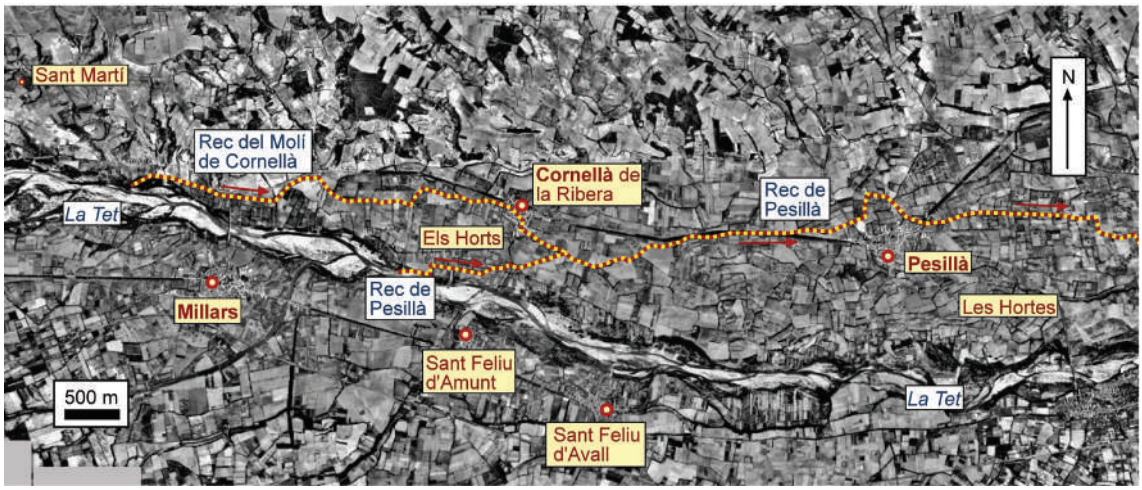
[5] Ponsich, 2006, 202, doc. 171. En francès: Pézilla-la-Rivière, Millas y Corneilla-la-Rivière.

[6] Debemos tener presente que, como expone Caucanas (1995, 262-265), a lo largo de los siglos XIV y XV se produjeron cambios importantes en el trazado de dichas acequias. Se creó un nuevo canal que llevaba el agua a los molinos de Pesillà y de Cornellà; se prolongó la canalización hacia Vilanova de la Ribera; se construyó una nueva presa entre Millars y Sant Feliu d'Amunt; se realizó una acequia nueva en Pesillà, etc.

[7] Ponsich, 2006, 468, doc. 582. Caucanas, 1995, 26-27.

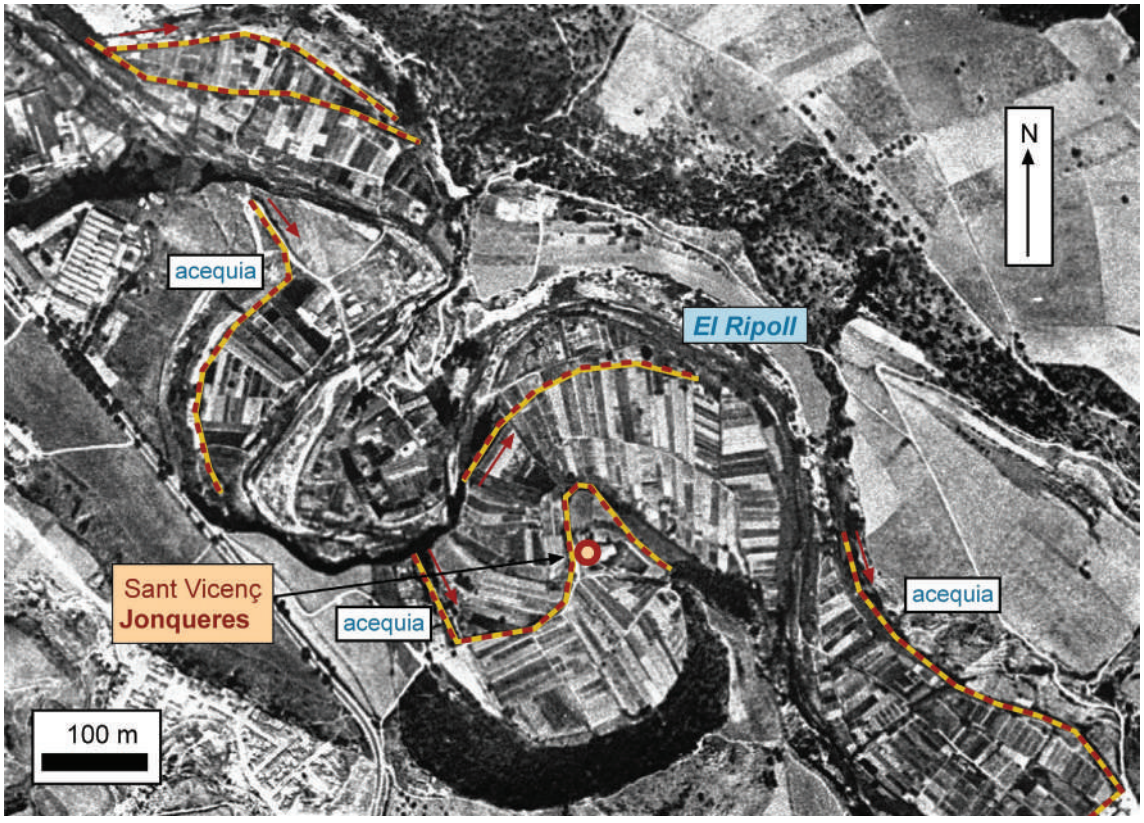
[8] Bolòs y Nuet, 1998.

Figura 2. Acequia construida antes del año 1000, destinada a irrigar los huertos de Pesillà (Rosellón)




Fuente: IGN © (año 1950-65).

Figura 3. Huertos de Sant Vicenç de Jonqueres (Sabadell, Vallès Occidental, Barcelona). Espacios irrigados creados en la alta Edad Media




Fuente: ICGC © (año 1946).

con maderas y barro (que en la Edad Media se podía llamar en catalán y occitano *paixera*), desviaba el agua y la dirigía hacia una acequia que permitía regar cada uno de estos espacios de huerta; debía tener una longitud de entre unos 200 y 500 m. En relación con esta canalización y con cada conjunto de tierras irrigadas se organizaban las pequeñas parcelas individuales, que debían ser unas bandas coaxiales, largas y transversales a la acequia. Así nos lo describe un documento del año 976[9], en que se menciona una *terra subreganea*, que

[9] Baiges y Puig, 2019, 615, doc. 656.

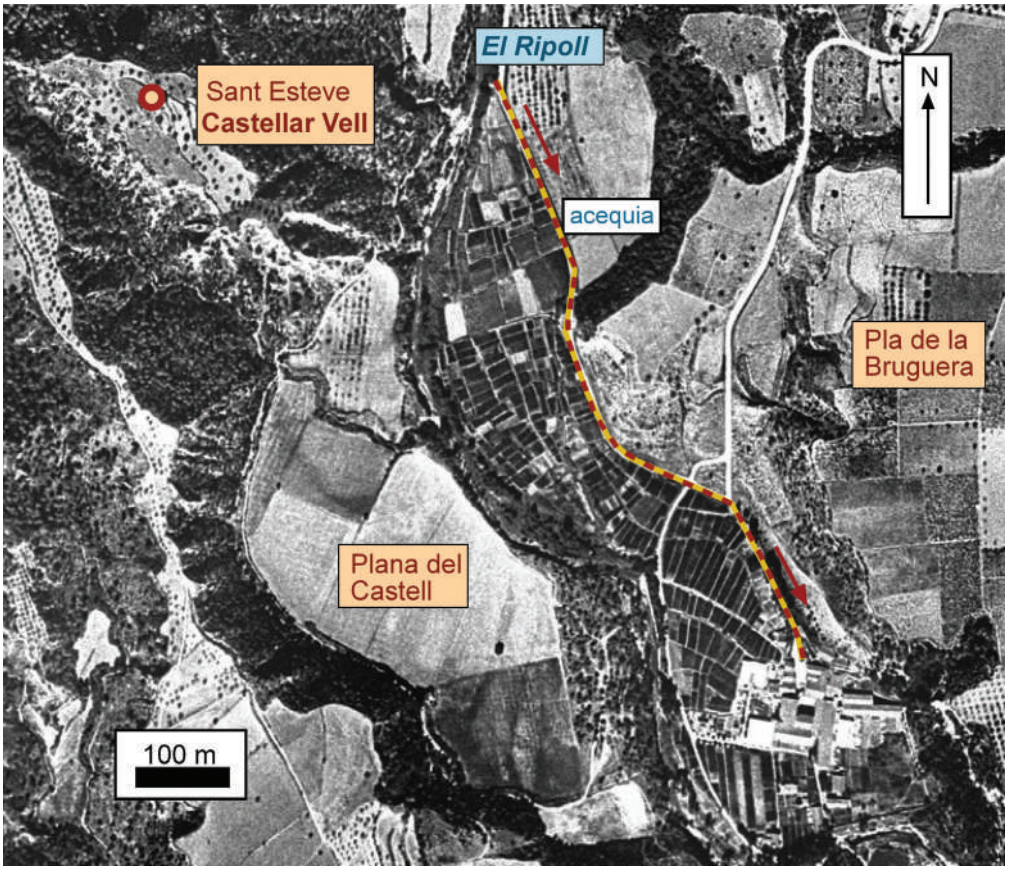
tenía una longitud de unos 28,2 m (diez *destres*) y una anchura de unos 5,6 m.

A lo largo de este mismo río, siguiendo su curso hacia arriba, cerca de Castellar del Vallès, lugar ya documentado en 912 (*kastro Kastellare*)[10], podemos ubicar distintos conjuntos de huertos que presentan unas características parecidas. En este término castral había existido una *villa* de época romana, que continuó habitada seguramente por campesinos después de las invasiones bárbaras[11]. Muy cerca, a unos dos km, se construyó, quizás en época carolingia, un *castrum*, una fortificación extensa y habitada, típica de los siglos altomedievales[12]. En este tramo del río encontramos unas huertas con unas superficies que oscilaban entre la media hectárea y casi las diez hectáreas. El conjunto de huertos más extenso se hallaba situado precisamente debajo del lugar donde se alzaba la fortificación (fig. 4).

Un tercer ejemplo. Al sur de Jonqueres, se pueden identificar otros conjuntos de pequeños huertos, a ambos lados del río Ripoll, cerca del yacimiento arqueológico de Arraona, documentado en época carolingia; el castillo y especialmente la iglesia se asentaron sobre construcciones con unos precedentes más remotos, de época romana[13]. Precisamente, al lado de la antigua iglesia de Sant Feliu d'Arraona se encontraba la huerta más extensa de este tramo meridional, que, a mediados del siglo XX, tenía una superficie superior a las 14 ha[14].

El Ripoll desemboca, después de pasar por la población de Ripollet, en el Besòs[15]. Los documentos mencionan, a lo largo del Ripoll, del Congost y de este río Besòs,

Figura 4. Huertos de Castellar del Vallès (Vallès Occidental, Barcelona)




Fuente: ICGC © (año 1946).

[10] Baiges y Puig, 2019, 231, doc. 116.
[11] Roig, 2009 y 2011.
[12] Christie y Herold, 2016.
[13] Bolòs, 2018, 99.
[14] Estas medidas coinciden con las que Kirchner (2012, 33) encuentra en Rubí (unas 4,2 ha), en Fontcalçada (2,9 ha) o en Campanyà (2,0 ha); estos lugares se hallan cerca del monasterio altomedieval de Sant Cugat del Vallès.
[15] Ripollet recibía el nombre de *Palatio Auzido*. En 973, se documenta en este lugar un molino con su presa, su acequia y con unas tierras irrigadas. Baiges y Puig, 2019, 573, doc. 604.

antes de afluir en el mar, al este de Barcelona, la existencia de numerosas "islas" (*illes* en catalán; *insulae* en latín). De acuerdo con los estudios realizados, estas "islas" correspondían a espacios irrigados por un pequeño canal o incluso solo por capilaridad, situados muy cerca del lecho fluvial[16]. En 983, al lado del río Ripoll, se menciona una *insula de Ermengarda*, situada cerca del pueblo de Ripollet (*Palatio Avuzid*)[17]. Un poco más tarde, en 996, se cita una tierra situada en la "isla" del río Besòs, que limitaba con una vía que llevaba a unos molinos[18]. Es una realidad muy parecida a lo que podemos encontrar en otros lugares, tanto en la Cataluña Vieja, como en la Cataluña Nueva. Cerca de Tortosa se han identificado varias "islas", llamadas en la documentación medieval con el nombre árabe de algeciras (de *al-jazīra*)[19]. Tienen que corresponder a una tipología de espacio irrigado que se difundió durante la alta Edad Media, en tierras musulmanas y seguramente también en los países "cristianos".

En último lugar, nos podemos trasladar a la orilla derecha del Llobregat, a poco más de quince km de distancia del Besòs. En el siglo X, se menciona varias veces la existencia de una acequia (un *rec*), que se encontraba situada delante de la población de Sant Vicenç dels Horts y que era paralela al curso del río. En 936, en un documento del conde de Barcelona, se cita, con este significado, *ipso regario*[20]. En el año 986, se mencionan unos huertos del conde ubicados en ese mismo lugar (*ipsos Ortos Chometales*)[21]. Incluso se documenta, en otro instrumento, un *rego de Miro comite*[22]. Este canal todavía existe y actualmente recibe el nombre de Rec del Poble (acequia del pueblo)[23]. Permite regar una superficie amplia. Sin embargo, de acuerdo con los estudios realizados, la extensión irrigada inicial, antes del año 1000, debía ser menor[24].

En relación con estos ejemplos ubicados en el territorio de Barcelona nos planteamos unas preguntas parecidas a las que nos hemos planteado al estudiar la acequia llamada El Rec Monar, en Girona. ¿En qué momento se construyeron todas estas acequias, que se deben relacionar con unos espacios irrigados e incluso con unos molinos, y quién las pudo construir? Cabe señalar de entrada que mientras Barcelona fue conquistada en 801, las tierras situadas al oeste del Llobregat parece que no fueron controladas por los condes de Barcelona hasta el siglo X, casi un siglo más tarde. Esto tiene importancia ya que nos puede permitir diferenciar dos realidades distintas. Centremos pues, en primer lugar, la atención en el río Ripoll. Las pequeñas huertas que descubrimos a ambos lados del curso de agua tienen que ser altomedievales. Parece que es muy poco probable que se construyeran durante los años de dominio islámico. Lógicamente debieron ser creadas por las comunidades rurales que existían en época carolingia. A pesar de ello, no se puede rechazar totalmente la posibilidad de que, en algunos casos, incluso sean anteriores al siglo VIII. Es interesante la relación que existe entre las huertas y algunos lugares que tienen una larga tradición, habitados incluso antes de la Edad Media (como Arraona). Por el contrario, al oeste del Llobregat, puede que encontremos una realidad distinta. El Rec del Poble es posible que se crease en época andalusí y que fuese apropiado por la familia de los condes de Barcelona cuando pasaron a controlar el margen occidental del río, a fines del siglo IX y a lo largo del siglo X[25].

En resumen: durante la alta Edad Media (siglos VI-X), se construyeron sistemas hidráulicos por parte de comunidades rurales y urbanas, después, o, en algunos casos, quizás antes, de los decenios de dominio islámico. Excepto en el caso del Rec del Poble (cercano al Llobregat), no nos planteamos que puedan ser de época islámica. Como ya hemos señalado, en las comarcas de la llamada Cataluña Vieja encontramos una pluviosidad mayor que la que hallamos por ejemplo en Lleida, en donde irrigar los campos resulta todavía más fundamental. Ello nos conduce a no poder rechazar la posibilidad de que existieran, por ejemplo, cerca de la ciudad de Lleida, canalizaciones anteriores al siglo VIII, de un modo parecido a lo que quizás habríamos encontrado en Girona o, cerca de Barcelona, al lado de Arraona y de Castellar del Vallès. Y no tienen que ser necesariamente de época romana[26]. A continuación, hablaremos de

[16] Martí, 1988. Ver también: Bolòs y Hurtado, 2018, 76-77. Cabe señalar que el topónimo valenciano Alzira proviene precisamente del nombre árabe *al-jazīra*; esta población se halla situada en el meandro del río Xúquer; en ella también se aprovechaban los depósitos sedimentarios que dejaban las inundaciones fluviales. Furió, 2020, 185.
[17] Baiges y Puig, 2019, 735, doc. 809.
[18] Baiges y Puig, 2019, 1202, doc. 1344.
[19] Virgili, 2001, 212-215. Virgili y Kirchner, 2019, 416-417. Negre, 2020, 374-376.
[20] Baiges y Puig, 2019, 279, doc. 191.
[21] Baiges y Puig, 2019, 821, doc. 908.
[22] Baiges y Puig, 2019, 478, doc. 484 (año 964).
[23] Moran, 2001.
[24] Bolòs, 2022, 278.
[25] Cerca de este lugar, encontramos la *villa Alcale* (Sant Boi de Llobregat), donde se debía alzar un castillo antes de la conquista del conde de Barcelona. Baiges y Puig, 2019, 489, doc. 498.
[26] Podemos compararlo con lo que se halló a lo largo del río Martín; hemos comentado dicho estudio en la introducción de este dossier. Laliena y Ortega, 2005.

ello. Evidentemente, estas propuestas se tendrían que relacionar, en todas partes, con la mayor o menor importancia que tenía la nobleza terrateniente a lo largo de la Alta Edad Media, con la pervivencia de la esclavitud de tradición clásica y sobre todo con la existencia de unas comunidades rurales con cierta capacidad de transformar y adecuar el espacio a sus necesidades económicas. Unas comunidades que, como se ha estudiado en relación con los condados de la Cataluña Vieja, a veces fueron capaces, en época carolingia, de construir una gran cantidad de pequeños molinos hidráulicos, que tenían un rodezno horizontal, que se hallaban muy cerca de los ríos y que fueron edificados con unos materiales pobres[27]. En relación con esta realidad en cierto modo paralela, los molinos, debemos reconocer que seguramente no existía en época visigoda esta multitud de molinos que podemos considerar como campesinos, que tenemos bien documentados en los siglos VIII-X. Por desgracia, aquello que conocemos en relación con los siglos visigodos todavía es poco preciso y difícilmente nos permite concretar las características de su sociedad, que sin embargo ha sido considerada, por parte de algunos historiadores, como una de las sociedades medievales en las que los campesinos gozaron de mayor libertad de actuación[28]. La sociedad rural durante los primeros siglos del Medioevo era muy heterogénea. No podemos olvidar que, en las excavaciones arqueológicas de yacimientos de época visigoda, todavía se encuentran los huesos de los esclavos que fueron lanzados, como si fueran animales, dentro de los silos, en yacimientos rurales[29].

## El llano de Lleida a lo largo de la Alta Edad Media

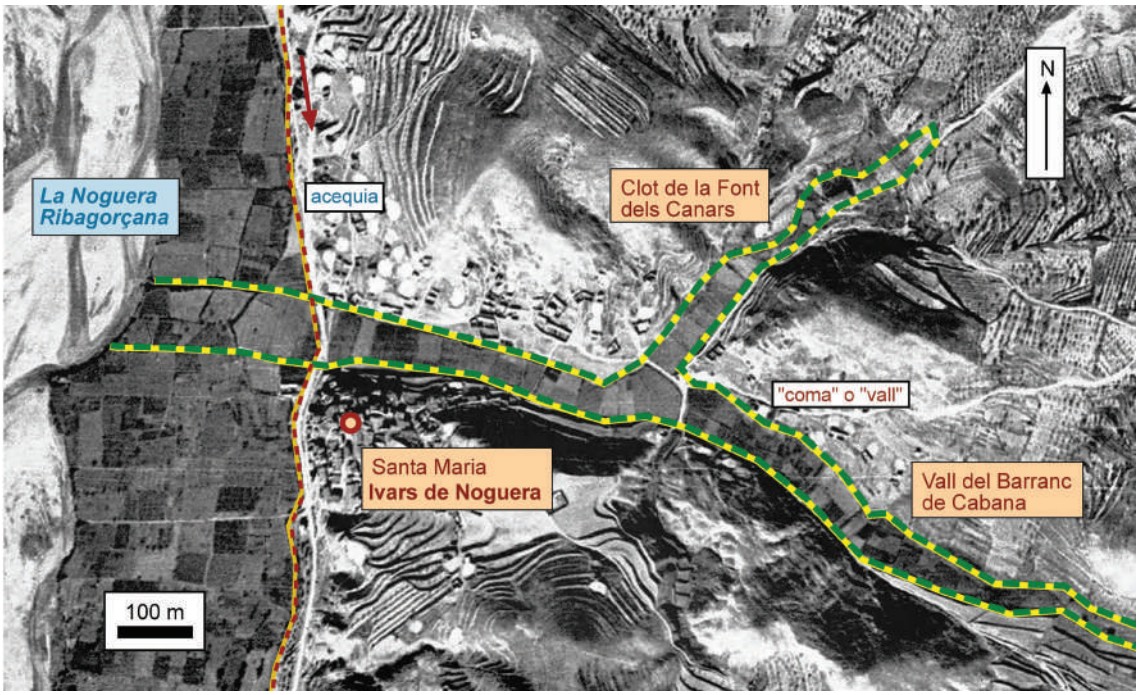
En las cercanías de Lleida, resulta muy difícil ubicar e identificar tierras irrigadas antes del año 713 (o 714). A pesar de ello, recientemente se ha señalado la posibilidad de que, a lo largo del río Cinca, se encuentren espacios irrigados y organizados de acuerdo con un parcelario creado en época romana[30]. Por otro lado, como acabamos de mencionar, podemos suponer que, si cerca de Barcelona y de Girona, hacia el siglo IX o incluso antes, existían sistemas hidráulicos, también sería lógico que existieran cerca de ciudades menos lluviosas, como Lleida o Tortosa. A pesar de que nos resulta casi imposible asegurar cuales eran las características de estos espacios, habida cuenta de las transformaciones que se produjeron antes y después de mediados del siglo XII, abriremos varias ventanas hacia el pasado que deseamos nos permitan vislumbrar —con dificultad— unos terrenos posiblemente cultivados e irrigados durante los primeros siglos medievales.

Queremos ahondar en la valoración de tres palabras que pensamos que, en algunos casos, permiten comprender unas primeras etapas de la organización del territorio, durante las cuales se crearon unos pequeños espacios irrigados. Debemos decir de entrada que, en la mayoría de los casos, no podremos asegurar con total certeza si estas zonas irrigadas fueron creadas antes o después del siglo VIII. Creemos que no se puede descartar, sin embargo, que se empezaran a utilizar antes de este siglo.

El estudio de la toponimia puede ser importante en las investigaciones sobre el paisaje histórico. En primer lugar, señalaremos la existencia de las llamadas *comes*[31]. Esta palabra, poco utilizada en la actualidad y a menudo solo fosilizada en topónimos, se usó durante la Edad Media para identificar algunos pequeños valles. Normalmente, en zonas sin grandes montañas, en el fondo del valle, de la *coma*, existía un espacio cultivado muy alargado y estrecho, fragmentado en parcelas separadas por márgenes. Este parcelario, muy característico de la Cataluña más árida, se puede localizar fácilmente en las fotografías aéreas modernas. A veces, aunque no siempre, por el fondo del valle o por un lado de las tierras cultivadas descubrimos un pequeño curso de agua. Es importante que en algunos casos podamos proponer una datación de estos espacios cultivados. En el pueblo de Ivars de Noguera (fig. 5), hemos llegado a la conclusión de que la parcelación del fondo del valle se realizó con anterioridad a la creación, en época islámica, de un espacio irrigado situado a lo largo de la orilla izquierda del río Noguera Ribagorçana[32]. Mientras, como veremos, las grandes canalizaciones se deben relacionar con el desarrollo de las ciudades andalusíes, sobre todo en

[27] Bolòs, 2002.
[28] Wickham, 2005, 533-547 y 827-829.
[29] Roig, 2013.
[30] Bonales, 2018, 206.
[31] Que corresponde a las palabra *comba* o *coma* occitana y a la palabra *combe* francesa. En Aragón, la *coma* (en Cataluña también llamada a veces *la vall*) recibía el nombre de "*la val*" o la cañada. Ortega (2018, 140) considera que se roturaron después de la conquista feudal, cuando se ampliaron los cultivos de secano. Nosotros, en Cataluña, hemos documentado numerosas *comes* cultivadas que son anteriores al año 1000 (Bolòs, 2022, 512).
[32] Bolòs, 2014b, 140-141. Ver también, en relación con el Cinca: Bolòs, 2021.

Figura 5. Ivars de Noguera (Segrià, Lleida). Coma de la Vall del Barranc de Cabana y tierras irrigadas situadas en la orilla izquierda de la Noguera Ribagorçana




Fuente: ICGC © (año 1946).

los siglos X y XI, estas *comes* se cultivaron seguramente por parte de las comunidades campesinas que vivieron en los primeros siglos altomedievales, plausiblemente antes y también después del año 713[33]. Así, por ejemplo, no es ninguna casualidad que en Maldanell (municipio de Maldà), cerca de una de estas *comes*, encontremos una necrópolis de tumbas excavadas en la roca, casi seguro de época visigoda[34].

Cerca de Castelldans, descubrimos dos valles habitados desde la alta Edad Media: el valle de Matxerri y el de Mas de Melons. Los dos topónimos en realidad son mozárabes: el primero se debe relacionar con el latín *macĕrĭes* (muros de tapia, paredes de piedra, cercados) y el segundo con un lugar en donde se encontraban tejones (del latín *meles*)[35]. Actualmente, son lugares de secano. Cerca de los dos hábitats hallamos sendas balsas para el ganado, seguramente antiguas. A raíz de una prospección, Jesús Brufal descubrió en Matxerri testimonios de un hábitat de época islámica[36]. La *coma* o franja de tierra cultivada de Matxerri tenía, dentro del término de Castelldans, por lo menos, una longitud de 6 km y una anchura que oscilaba entre los 100 y los 150 m. En el caso de Mas de Melons, debía extenderse a lo largo de como mínimo 3,3 km y tenía una anchura de unos 75 m. Creemos que las comunidades no muy extensas que vivían en estos valles, a lo largo de toda la alta Edad Media, antes y después del año 813, debían dedicarse a la agricultura y también a las actividades ganaderas. Hace unos años, Xavier Eritja ya hacía hincapié en la importancia del ganado en algunas almunias andalusíes (como las de Solibernat y de Vensilló)[37]. Estos valles de Matxerri y Mas de Melons actualmente no son designados como *comes*, sin embargo, podemos señalar que, muy cerca, encontramos otras hondonadas llamadas Coma Llobera (valle de los lobos) o Comasada (quizás valle cultivado, del latín *satus*, sembrado). Evidentemente, en estos lugares, del mismo modo que se conservaron unos topónimos creados antes del siglo VIII, también hubo una continuidad en buena parte de

[33] Su desarrollo se puede relacionar con las etapas de fuerte erosión que existieron durante los siglos IV-VII, que se han estudiado en Cataluña, la cuenca del Ródano, Italia, el norte de África e incluso en Siria. "Just as land degradation in late Antique/early Islamic times might have multi-causal, climatic and human" (Walmsley, 2007, 134-136).

[34] Bolòs, 2015, 95-99. En otros yacimientos de la Península Ibérica se han fechado estas tumbas cavadas en la roca en el siglo VI, a veces con reutilizaciones en los siglos VII-X, después de la conquista islámica. Bueno-Sánchez, 2015, 38-39. Ver también (lo hemos comentado en la introducción de este dossier): Laliena y Ortega, 2005, 117.

[35] Coromines, 1994-1997, vol. 5, 238 y vol. 5, 247.

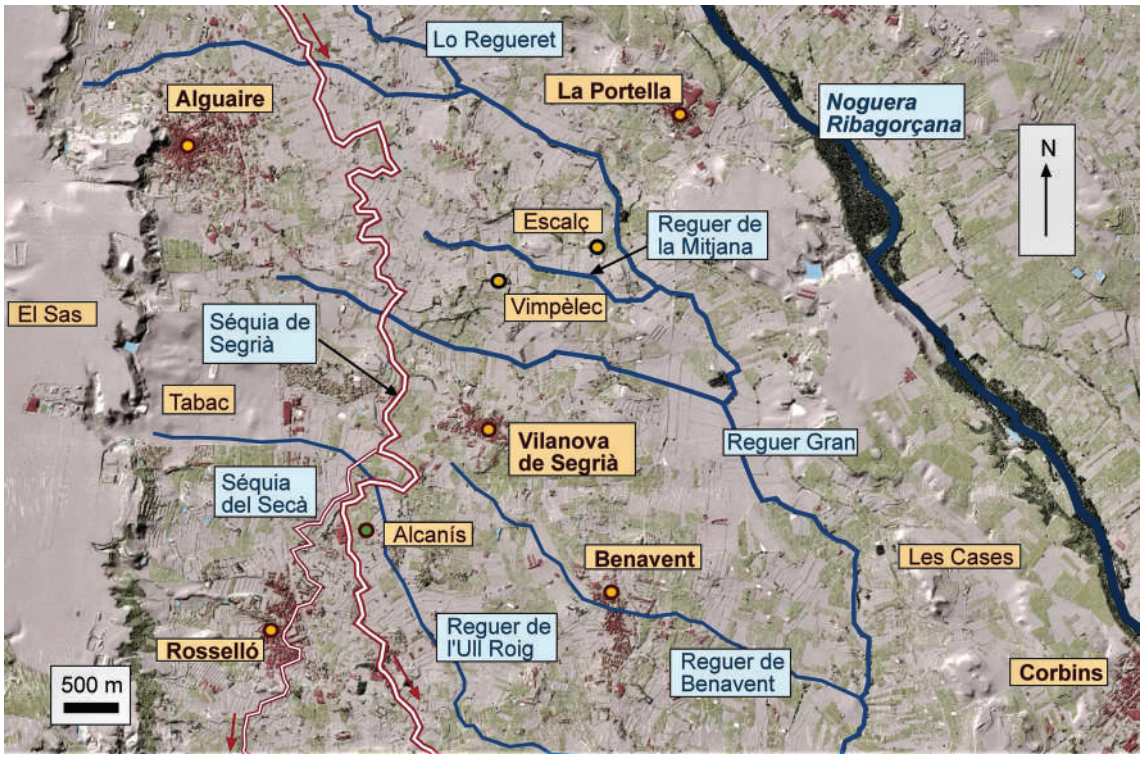
[36] Brufal, 2013.

[37] Eritja, 1998.

la población que más tarde, en un momento anterior al cambio de milenio, se debió islamizar. Por otro lado, creemos que, de acuerdo con los estudios realizados a lo largo de los últimos decenios, estas *comes*, cerca del siglo VI, debían ser unos lugares más húmedos que en la época más cálida y seca cercana al cambio de milenio.

En segundo lugar, podemos hablar de los *reguers*. Quizás esta palabra pueda aportarnos incluso más información. Ubicar los *reguers* nos permite localizar espacios que seguramente fueron cultivados desde por lo menos el inicio de la Edad Media. Ahora, muy a menudo, estos *reguers* corresponden a cursos de agua usados como desagüe de las grandes acequias[38]. En realidad, son hondonadas o valles en donde antiguamente corrió agua y en donde creemos que debieron existir espacios irrigados. Su mismo nombre (*reguer*, que sirve para regar) señala la importancia que pudo tener este aspecto. Quizás se deba fechar su utilización inicial en un momento no muy alejado de la época en que se empezaron a trabajar las *comes*. Al noreste de Lleida, en un sector que creemos que, hacia el año 1000, fue surcado por la Séquia de Segrià (como expondremos en el próximo apartado), vemos un conjunto de *reguers*: el Reguer Gran, con varios afluentes, como el Reguer de la Mitjana, el Regueret o el Reguer de l'Ull Roig (fig. 6). Podemos asegurar que estos *reguers* constituían la red hidráulica primitiva, anterior a la creación de la red artificial de canalizaciones medievales. En algunos casos, por ejemplo, en la partida de Gibillí, surcada por el Reguer Gran, podemos encontrar testimonios de parcelaciones formadas por franjas de tierras irrigadas medievales (que alteran el trazado de unos caminos premedievales)[39]. Por otro lado, en este sector cercano al río Segre, el *reguer* fue utilizado como límite —seguramente antiguo— entre los municipios de Corbins y de Benavent de Segrià. Hacia el norte de este lugar, cerca de este Reguer Gran y del Reguer de la Mitjana, se descubrieron dos importantes necrópolis de época visigoda (Vimpèlec y Escalç). Del mismo modo que podemos relacionar las *comes* con hábitats de los primeros siglos medievales,

Figura 6. Sector norte de la comarca del Segrià (Lleida). Los *reguers* y la acequia de Segrià: dos momentos en la irrigación de este territorio




Fuente: IGN LiDAR.

[38] En el País Valenciano, cerca de Alzira, se ha subrayado la importancia que tuvieron las *escorrenties*, realidad muy parecida a la de los *reguers* de Lleida, en la creación de las primeras acequias, en principio creadas de época andalusí. Furió y Martínez, 2000, 26, 45 y 57. En la página 57, se afirma que "amb les escorrenties i els brolladors naturals hi havia prou aigua per regar petites hortes".

[39] Bolòs, 2010, 114.

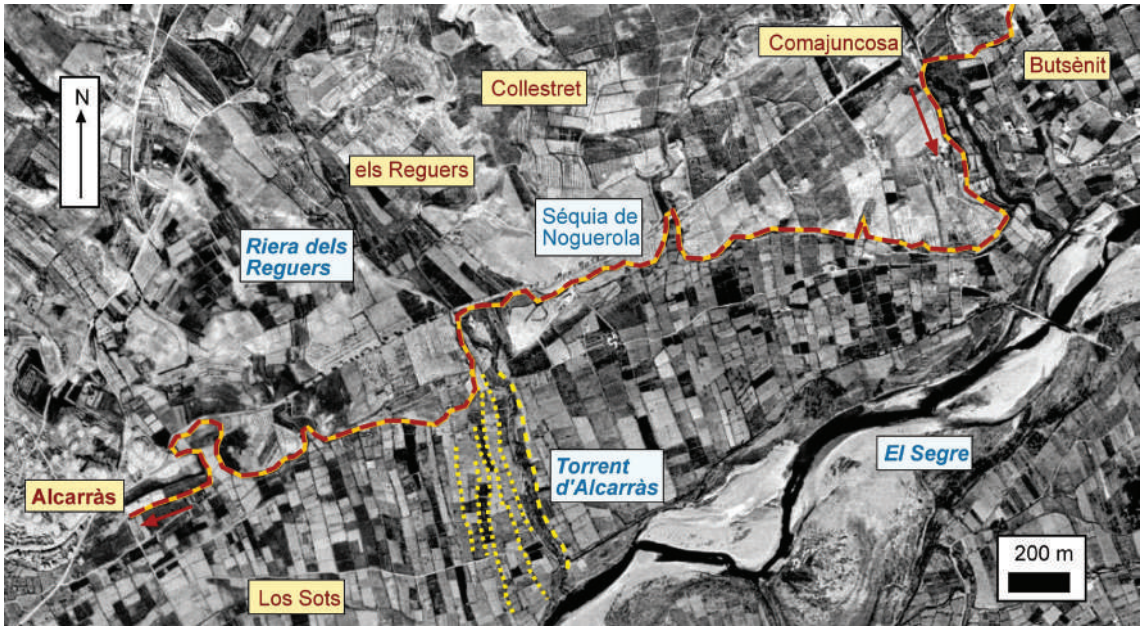
también podemos establecer una relación estrecha entre unos lugares poblados durante los siglos VI-VIII y esta red de cursos de agua llamados *reguers*.

La tercera palabra es *clamor*. Varios barrancos especialmente de la comarca del Segrià (o de Lleida) reciben este nombre. En algunos casos, estos torrentes han podido ser utilizados como límites, otras veces pudieron ser utilizados para regar, antes de que se construyeran las grandes acequias. Estamos pensando por ejemplo en la Clamor del Bosc o la Clamor de l'Agustinet (o de Coma Juncosa), que atraviesan la acequia de Alcarràs que, como veremos, se construyó seguramente hacia el siglo X. En realidad, existe poca diferencia entre un *reguer* y una *clamor*; el primero se define por su capacidad de regar y el segundo por el ruido que produce cuando lleva gran cantidad de agua debido a unas fuertes tormentas. Son realidades que se pueden confundir. Entre la población de Alcarràs y el lugar de Montagut (situado en el mismo municipio), encontramos el Barranc de la Clamor, que desemboca en la Riera dels Reguers (fig. 7). En las fotografías aéreas realizadas a mediados del siglo XX, todavía se percibe, especialmente en esta *riera*, restos de un parcelario que recuerda el que encontramos en las *comes* o en algunos *'āwdiya* (plural de *wadi*) del norte de África[40]. Pensamos que, como ya hemos apuntado, los espacios cultivados e irrigados cercanos a los *reguers* y a las *clamors* no se tuvieron que cultivar necesariamente por primera vez en los siglos andalusíes; no podemos negar la posibilidad de que ya fueran trabajados anteriormente. Precisamente en relación con África, Gilbertson y Hunt creen que los muros que separan las distintas parcelas de los *'āwdiya* pueden ser de época romana, medieval e incluso moderna[41].

## Lleida en la época andalusí

Con la llegada de los ejércitos árabes y beréberes, hacia el año 713, empezaba una nueva transición que se prolongó a lo largo de los siglos siguientes. Cabe suponer que en época andalusí se aprovecharon y se crearon pequeños espacios irrigados, que podemos relacionar con comunidades rurales, y, al mismo tiempo, se construyeron grandes espacios irrigados, que deben relacionarse con las ciudades. Muy a menudo resulta más fácil identificar y fechar de un modo seguro como andalusíes los espacios extensos, que debemos relacionar con ciudades como Lleida (*Lārida*) y Balaguer, y con los ríos más importantes, como pueden ser el Segre o la Noguera Ribagorçana. Cabe señalar, asimismo, que, a lo largo de las grandes canalizaciones islámicas construidas hacia el año 1000, también existían aldeas, que aprovechaban

Figura 7. Séquia de Noguerola y Torrent d'Alcarràs (o Riera dels Reguers) (Segrià, Lleida)




Fuente: ICGC © (año 1946).

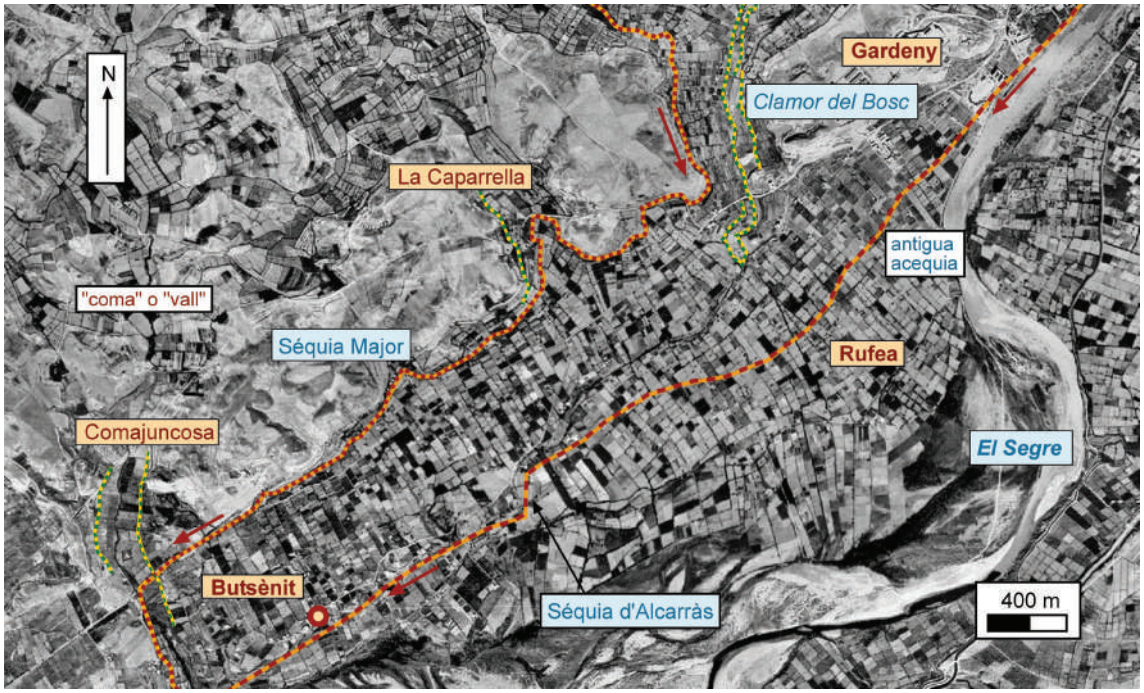
[40] Fenwick, 2020, 90.

[41] Gilbertson y Hunt, 1996, 192.

el agua que se deslizaba por el canal de riego que regaba los huertos cercanos a la medina. A continuación, centraremos la atención en varias de estas grandes acequias que podemos asegurar que fueron creadas durante los siglos de dominio andalusí.

En primer lugar, nos referiremos a la Séquia d'Alcarràs (fig. 8). Esta acequia tomaba el agua del Segre, al este de la ciudad de Lleida, no muy lejos de los muros urbanos. Su recorrido, a lo largo de un primer tramo, transcurría entre el río y las murallas. Luego permitía irrigar el sector inferior de las huertas de Rufea y de Butsènit, y llegaba hasta Alcarràs. Tenía una longitud de unos quince kilómetros. Llevaba agua a amplias zonas de huerta y movía algunos molinos, como los que se han excavado en la calle de Blondel. Debemos tener presente también que el nombre Rufea parece que debe relacionarse con la palabra árabe *rīhā*, molino[42]. Hacia el oeste de Rufea, encontramos Butsènit, una posible aldea, cuyo nombre deriva del que llevaba una tribu bereber, los Zenata[43]. Alcarràs, nombre árabe, según Joan Coromines, era un lugar en donde crecían cerezos[44]. Esta canalización ya aparece mencionada en un documento escrito antes de la conquista de Lleida (año 1149). En 1147, se menciona "ipsam turrem que fuit de Pichato, mauro", situada en el término de Alcarràs, "in ripam de ipsa cequia"[45]. La torre citada se hallaba también al lado de la Riera dels Reguers (o Torrent d'Alcarràs), que ya hemos descrito en el apartado anterior. En relación con esta acequia de Alcarràs, en el año 2000, Eritja opinaba que, para construirla, debió existir un "diálogo" entre el poder público, asentado en la ciudad, y las distintas comunidades que encontramos a lo largo de su recorrido[46]. En relación con otras acequias situadas cerca de ciudades podríamos afirmar lo mismo. Podemos fechar esta construcción hidráulica en el siglo X, época en que se produjo la reconstrucción de algunos edificios importantes de la medina de *Lārida*[47]. Creemos que, antes, el espacio surcado por esta acequia debía organizarse en terrazgos irrigados ubicados cerca de *reguers* o *clamors*, como la Clamor del Bosc o la Clamor de l'Agustinet (o Comajuncosa) y la Riera dels Reguers (fig. 7) o los barrancos de la Caparrella, Butsènit o Collestret. En relación con este aspecto, nos hemos de plantear nuevamente si estos pequeños espacios irrigados se crearon en los siglos VIII y IX o si ya existían antes. Al mismo tiempo, nos tendríamos que preguntar

Figura 8. La Séquia d'Alcarràs y las partidas de Rufea y Butsènit (Lleida)



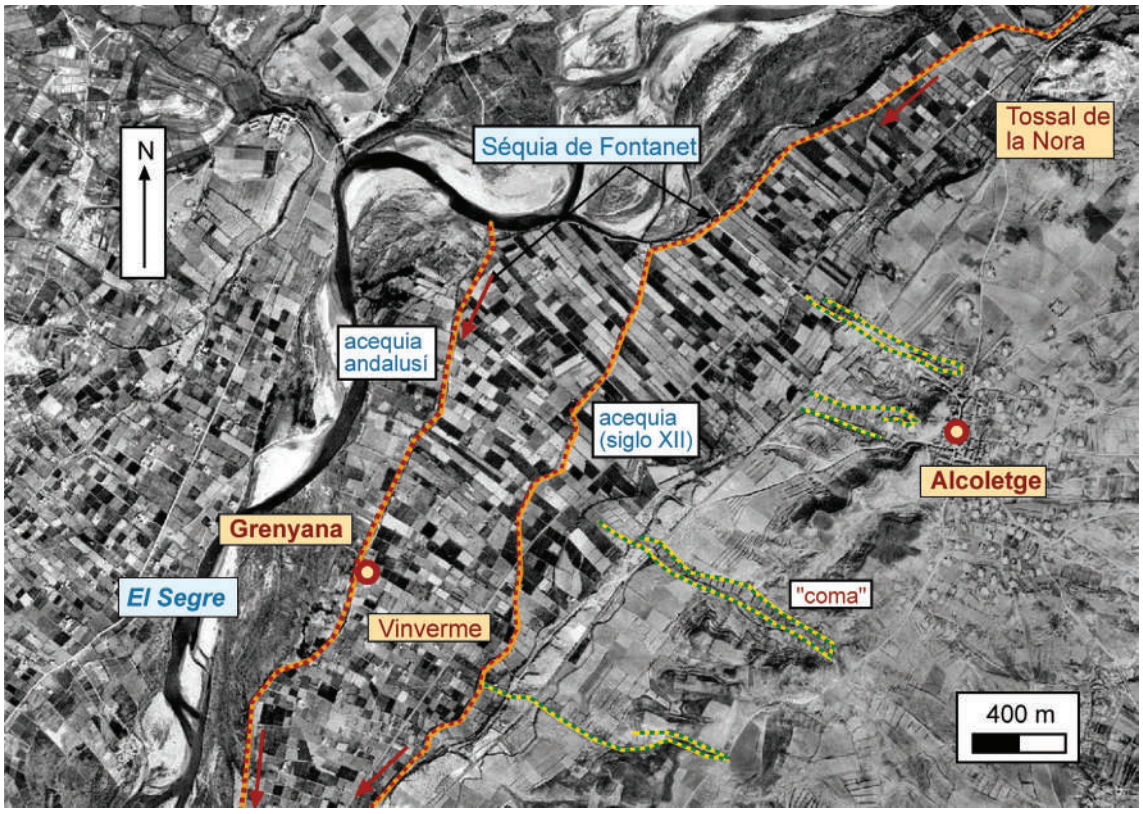

Fuente: ICGC © (año 1946).

[42] Coromines, 1994-97, vol. 6, 442.
[43] Coromines, 1994-97, vol. 3, 153.
[44] Coromines, 1994-97, vol. 2, 99.
[45] Altisent, 1993, 107, doc. 112.
[46] Eritja, 2000, 32.
[47] Nos referimos al texto de Al-Himyari, cuando cita el año 288 de la hégira (que básicamente corresponde al 901 dC). Bramon, 2000, 113.

sobre la continuidad de la población, de las pequeñas comunidades rurales que habitaban estos terruños, antes y después del año 713; evidentemente, si existió una perduración de las familias campesinas también se pudo producir la pervivencia de unos pequeños sistemas hidráulicos anteriores. Es una hipótesis que, en el futuro, se tendrá que demostrar o refutar. Resumiendo, podemos pensar, por un lado, en una hipotética continuidad antes y después del año 713 y, por otro lado, ya durante el siglo X, en un pacto entre los habitantes de una ciudad dirigida por unas elites cada vez más influyentes y las comunidades rurales, en relación con la construcción de la gran acequia de Alcarràs. Debemos pensar que la mención frecuente de almunias nos conduce a valorar de un modo especial el peso que tenían las elites urbanas en este territorio.

En el margen opuesto del Segre, se construyó, antes de la conquista de los condes de Barcelona y Urgell, la llamada, después del año 1149, Séquia de Fontanet (fig. 9). Inicialmente tenía una longitud de unos diez kilómetros. Nacía cerca del pueblo de Alcoletge, pasaba por Grenyana, en la partida de Vinverme, y llegaba hasta la partida de Fontanet, situada delante de la ciudad. Fue utilizada para el riego, por parte de los habitantes de los distintos núcleos de población que existían a lo largo de su recorrido y por parte de los pobladores de la medina *Lārida*. En relación con esta canalización debemos proponer una cronología parecida a la que hemos planteado al hablar de la de Alcarràs. Antes de la construcción de la acequia de Fontanet, que se produjo seguramente en el siglo X, también podían existir varios pequeños espacios irrigados, cerca de la Nora (topónimo que recuerda una noria), en Alcoletge[48], hacia Miralbò, en Grenyana (en el llamado camino de Barcelona), en la llamada Clamor de les Canals, en la Bordeta (donde después de la conquista condal se construyó la Vilanova de l'Horta) o al lado del río de la Femosa. Si nos acercamos a Grenyana (lugar que como veremos se halla situado entre las dos acequias de Fontanet), descubrimos, por encima de la acequia nueva (construida después de 1149), testimonios de torrentes e incluso del parcelario característico de las *comes*. Debemos señalar

Figura 9. Grenyana (Lleida). La Séquia de Fontanet andalusí y la acequia construida después de la conquista condal




Fuente: ICGC © (año 1956).

[48] El topónimo Nora proviene del árabe *na'ūra* (noria). Alcoletge deriva de *al-qualai'a* (el castillo pequeño) (Coromines, 1994-1997, vol. 2, 103).

que Grenyana es un topónimo formado en época romana (a partir del antropónimo *Granius*), transformado en época andalusí[49], y, como hemos señalado, la partida de tierra de este lugar también recibía, en época medieval, el nombre de Vinverme[50], antropónimo creado en época islámica.

Quizás la canalización más notable y seguramente la más tardía fue la llamada, después de 1149, Séquia de Segrià (o Séquia Major), que corresponde al actual Canal de Pinyana. Cuando se construyó ya tenía una longitud de más de treinta kilómetros. Nacía en una presa situada en el río Noguera Ribagorçana, al norte de Andaní[51] y Alfarràs. Seguía, hacia el sur, pasando por debajo de Almenar, Alguaire y al lado de varias almunias, y llegaba hasta las huertas situadas al norte de la ciudad de Lleida, en la partida de Rovals (o Roials), nombre que quizás se deba a la existencia de unas viviendas y unos huertos, situados fuera de las murallas urbanas. Como hemos dicho, pensamos que esta acequia se excavó hacia el año 1000. En este caso todavía resulta más evidente que su construcción alteró las tierras en parte de secano y en parte irrigadas que habríamos encontrado a lo largo de su recorrido. Hizo desaparecer la mayor parte de algunos parcelarios creados en relación con los distintos torrentes que bajaban del Sas[52], una meseta llana, situada hacia el oeste, que era utilizada como zona de pasto para el ganado. Encontramos ejemplos de estos pequeños valles transversales al este de Almenar, cerca de Santa Maria d'Almenar, en Sant Ramon, cerca de Alguaire, y en Tabac (fig. 6). Algunos de dichos torrentes tienen continuidad en los *reguers* que hemos mencionado más arriba e incluso en algunas acequias, que, en una segunda fase, tomaron el agua de la acequia de Segrià. Por otro lado, la creación de la Séquia de Segrià tuvo que suponer la construcción de algunos núcleos de población nuevos, que, según la documentación posterior a la conquista condal, recibieron el nombre de almunias o de torres (en árabe *'abrāǧ*, plural de *burǧ*, torre)[53].

Todavía podemos encontrar otro ejemplo de gran acequia andalusí en la llamada Séquia del Cup (en 1165 recibía el nombre de *cequia de Menarges*)[54]. Nacía unos cuatro kilómetros al norte de Balaguer, permitía proveer de agua esta ciudad y llegaba hasta el pueblo de Menàrguens (fig. 10). En total, tiene una extensión de unos diecinueve kilómetros. Debemos tener presente que Balaguer fue una ciudad importante en época islámica. Estuvo formada por un recinto fortificado (el Pla d'Amatà), en donde las viviendas se ordenaban de acuerdo con una retícula ortogonal de calles, por una alcazaba (el llamado Castell Formós) y por un espacio urbano cercano al río. A lo largo de su recorrido, esta acequia de Balaguer se cruzaba con distintos torrentes: Coma dels Lliris, Coma de Carrover, Clot de la Font del Bonic, el Corb y con el valle del Riu de Farfanya.

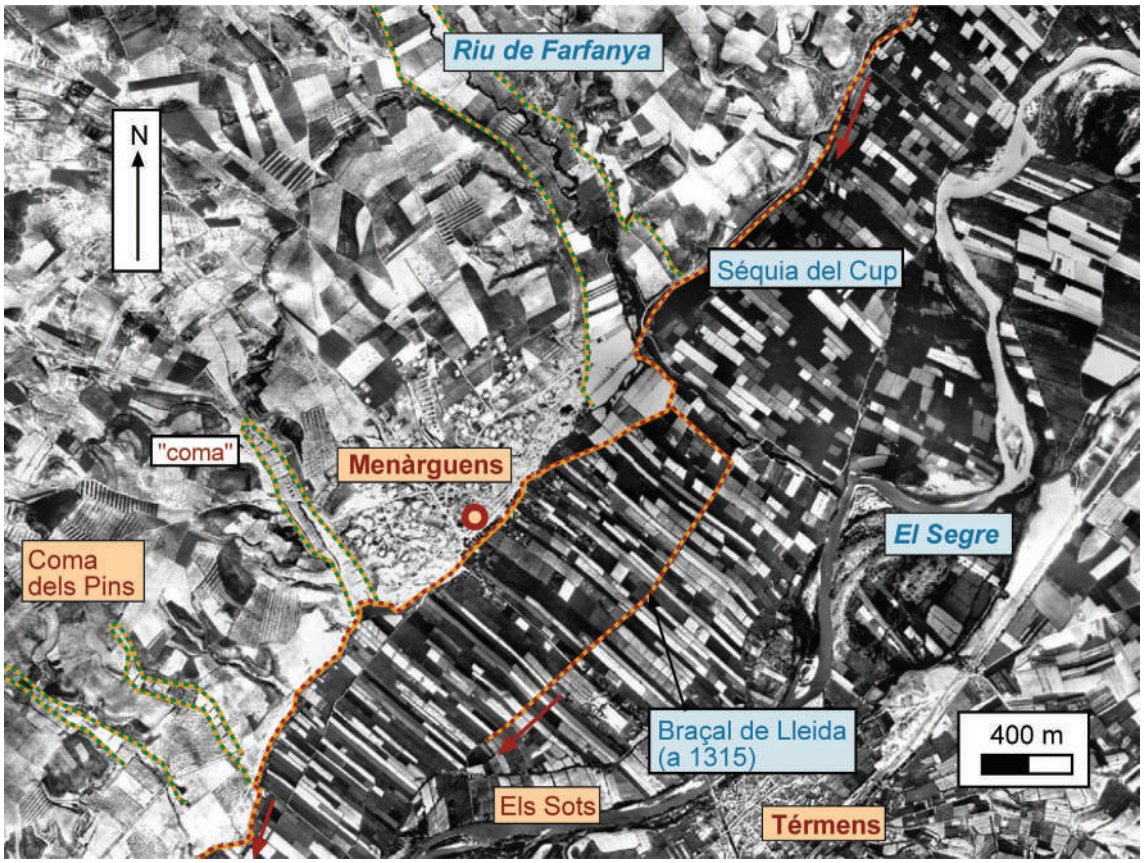
Y no solo se construyeron las acequias que acabamos de mencionar. Podemos añadir, hacia el nordeste de Lleida, las de Ivars de Noguera, en la orilla oriental de la Noguera Ribagorçana, y, más hacia al sur, las de Albesa, de Corbins, etc. Hacia el suroeste de la medina *Lārida*, habríamos hallado la de Aitona, en la orilla derecha del Segre, y la de Sudanell, en el margen izquierdo de este río. No son las únicas, aunque quizás sean las más importantes, las que por el momento tenemos mejor documentadas. Como hemos señalado, pensamos que la mayor parte de esta red de canalizaciones se construyó en los siglos X y XI.

## El territorio de Lleida después de la conquista de los condes de Barcelona y Urgell

En 1149, se produjo la conquista de la ciudad de Lleida, después de unos meses de sitio. La población que vino a repoblar esta región vivía sobre todo en los condados pirenaicos y también, en menor medida, en la Cataluña central y oriental. El porcentaje de occitanos (de la Gascuña y el Languedoc) fue muy elevado; llegaron asimismo aragoneses e incluso algunos ingleses. Los nobles se repartieron los señoríos, dirigidos por los condes de Barcelona y Urgell. Algunas de las familias importantes fueron los Montcada, los Boixadors o los Cervera. El obispo y los canónigos de la catedral también tuvieron una gran influencia. Además, encima de la colina de Gardeny, se instalaron los templarios, con unos amplios dominios, que se extendían especialmente al norte de la ciudad.

[49] Coromines, 1994-1997, vol. 4, 378.
[50] Bolòs, 2008, 300-304.
[51] Corresponde al nombre de una tribu yemenita (*ḥämdānī*) (Coromines, 1994-1997, vol. 2, 188).
[52] Sas es un topónimo prerromano, que también encontramos en Aragón y Navarra (Saso) (Coromines, 1994-1997, vol. 7, 56).
[53] Es interesante estudiar por ejemplo los cambios que hubo en la ocupación del terruño en donde se alzaba, en época romana, la *villa* de la Tossa de Dalt, en época visigoda, la necrópolis (y el hábitat) de la Tossa de Baix y, en época andalusí, la almunia de Alcanís (topónimo árabe).
[54] Escuder, 2016, 89, doc. 19.

Figura 10. Séquia del Cup en Menàrguens (La Noguera, Lleida). La distribución de un espacio irrigado después de la conquista del conde de Urgell




Fuente: ICGC © (año 1956).

Solo quedó en la ciudad una pequeña comunidad musulmana, en el barrio llamado la Vila dels Sarraïns (*villa sarracenorum*)[55]. También encontramos comunidades musulmanas en poblaciones situadas a lo largo del río Segre, al suroeste de Lleida[56]. Evidentemente, estos cambios políticos afectaron las características de los espacios irrigados. Sin embargo, como ocurrió en otros lugares, no se destruyó la red de acequias, que tenía una importancia fundamental si se quería asegurar la producción agrícola. Al contrario, fue ampliada de un modo considerable. A continuación, centraremos la atención en las transformaciones que se produjeron en las grandes acequias que hemos mencionado en el apartado anterior, las cuales creemos que se puede asegurar que se crearon antes de 1149.

En primer lugar, podemos fijarnos en la acequia que los documentos llaman *cequia de Alcarraz*, la Séquia d'Alcarràs. Después de la conquista condal, el recorrido de esta acequia quedó repartido entre las tierras integradas dentro del término de la ciudad y las tierras situadas dentro del término jurisdiccional del pueblo y castillo de Alcarràs. Estas últimas dependían de la familia de los Jorba y también de otros señores, como los monjes de Poblet. Dentro del término de Lleida, en un sector cercano a la ciudad, al sur de Gardeny, encontramos la ubérrima partida de Rufea, con unas tierras irrigadas que se reservaron los condes de Barcelona y de Urgell. En este lugar, se menciona la existencia de la *dominicatura regis et comitis*, la tierra explotada directamente por el rey y por el conde de Urgell[57]. Debemos tener presente que, seguramente, estas huertas además también eran irrigadas por una ampliación de la Séquia Major de Segrià. Si seguimos el curso de esta acequia de Alcarràs hacia arriba, bajo los muros de la ciudad, encontramos documentada la existencia de varios molinos. En 1163, el noble Guillem Ramon de Montcada reconocía tener molinos hidráulicos, situados a ambos lados del puente de la ciudad[58].

[55] Bolòs, 2008.
[56] Monjo, 2004.
[57] Eritja, 2000.
[58] Sarobe, 1998, 236, doc. 124.

El recorrido de la acequia de Alcarràs no se pudo modificar después de la conquista de los condes de Barcelona y Urgell. No fue así en el caso de la llamada Séquia de Fontanet. Como ya hemos visto, dicha canalización en época islámica permitía irrigar la huerta más importante de Lleida, Fontanet, situada más allá del río Segre, en el llamado, desde la Edad Media, Cappont, terreno ubicado al otro lado del puente de la ciudad. La acequia, en el momento de la conquista, tenía una longitud de unos diez kilómetros; nacía al noreste de Grenyana, bajo el llamado Tossal de la Nora. Pocos años más tarde, su recorrido se prolongó a lo largo de más de siete kilómetros[59]. En la segunda mitad del siglo XII, ya nacía en el municipio de Térmens, cruzaba el término de Vilanova de la Barca, y, cerca del Molí de Cervià, coincidía con el trazado original de la acequia andalusí. En un documento escrito en 1184, el monarca Alfonso el Casto concedió a Ramón de Cervera que poseyera una acequia o, en realidad, varias acequias que se prolongaran desde Castellpagès (Vilanova de la Barca) hasta Gebut[60]. Esta carta representaba una concesión que permitía construir acequias a lo largo de más de treinta kilómetros. En su sector septentrional encontramos la nueva acequia de Fontanet. En su sector meridional, esta concesión supuso la construcción de la llamada Séquia de Torres, que substituyó algunas antiguas canalizaciones de época islámica, como la que habríamos hallado en Sudanell. Dicha acequia de Torres de Segre tenía una longitud de unos diecinueve kilómetros: tomaba el agua del Segre, delante de la ciudad, y llegaba hasta el valle de Utxesa. Fue una canalización construida después de la conquista de los condes catalanes.

La Séquia de Segrià corresponde al actual Canal de Pinyana. Es muy interesante fijarnos en las transformaciones que sufrió y en los cambios que se produjeron en el paisaje de los lugares por donde pasaba, después de la conquista de mediados del siglo XII. Por un lado, queremos señalar que se construyeron, hacia el año 1180, algunos brazales nuevos, como la llamada Séquia del Cap (o del Secà)[61]. El territorio surcado por esta acequia de Segrià pasó a depender sobre todo de los templarios de Gardeny. La notable documentación conservada permite llevar a cabo una reconstrucción del proceso de colonización y reparto de estas tierras, en gran parte irrigadas desde antes del año 1149.

En la zona atravesada por esta canalización, que tiene una longitud de más de treinta kilómetros, podemos documentar que se aprovecharon las antiguas "torres" islámicas (y quizás se crearon nuevas). También sabemos que sus tierras fueron distribuidas entre unos miembros de la baja nobleza y unos herederos que, a su vez, atrajeron a "socios", que tenían que ayudarles en el trabajo de las tierras que se habían repartido estos colonizadores[62]. Debemos señalar que este proceso parece que fue acompañado de una reparcelación. Los distintos repobladores recibieron unas franjas de tierra irrigada que nacían al lado de la acequia y que se extendían unos centenares de metros en dirección al río. La documentación menciona la existencia de unas *parellades*, formadas por unas diez ha, fragmentadas a su vez en distintas franjas coaxiales. Las importantes transformaciones que se debieron producir en este momento nos impiden saber de un modo preciso lo que existía con anterioridad al año 1149; puede que fuese un parcelario parecido o puede, cosa más probable, que las parcelas de huerto tuvieran una morfología distinta (quizás las franjas de tierra eran menos largas o quizás los conjuntos de tierras irrigadas eran más compactos y desordenados). Por el momento, en relación con el territorio de Lleida, no podemos afirmar nada más[63].

Un último ejemplo. El pueblo de Menàrguens recibió una carta de población en 1163[64]. El conde de Urgell repartió la huerta de esta población, regada por la Séquia del Cup (o de Balaguer), en distintos lotes o franjas de tierra, que median 10 astas de ancho por 150 astas de largo (unos 50 m por unos 750 m). Estas parcelas todavía son visibles en la actualidad; son bastante parecidas a las que encontramos, por ejemplo, a lo largo de la Séquia Major de Segrià, que acabamos de comentar. Como en el caso precedente, no podemos saber lo que habríamos encontrado antes del 1163, en época andalusí.

En general, al leer la documentación, nos damos cuenta de que, especialmente durante los años setenta y ochenta del siglo XII, la gente era consciente de que se estaban produciendo cambios. En los documentos se mencionan acequias viejas y nuevas y asimismo incluso se habla de huertos viejos y nuevos, como encontramos, por ejemplo, cerca de la canónica de Sant

[59] Bolòs, 2014a, 435.
[60] Sarobe, 1998, 680, doc. 457. Bolòs, 2004, 367 y 2023, doc. 681.
[61] Bolòs, 1993.
[62] Bolòs, 1993 y 2001.
[63] En Aragón, se ha propuesto que algunos parcelarios más irregulares puedan ser prefeudales, mientras que las franjas coaxiales seguramente se deban fechar después de la conquista cristiana. Ortega, 2018, 126. Ver el capítulo de introducción de este dossier.
[64] Bolòs y Bonales, 2013, 43. Altisent, 1993, 199, doc. 249.

Ruf de Lleida[65]. También nos damos cuenta de que hubo una cierta continuidad entre antes y después del año 1149; después de esta fecha, encontramos mencionada la presencia de un *çavasequia* (o *sabasséquia*, del árabe *sahib al-saqiya*, encargado de guardar las acequias)[66]. Lo que hacía este *sabasséquia*, que tenía a su cargo el buen funcionamiento de la acequia de Segrià, corresponde al trabajo que tenía un funcionario que ya existía en época islámica.

## Conclusiones

Actualmente, a partir de los estudios que se han llevado a cabo estos últimos decenios, conocemos distintos tipos de espacios hidráulicos altomedievales organizados en época musulmana. Podemos mencionar, en primer lugar, los pequeños espacios irrigados, gestionados por comunidades rurales, que descubrimos ya hace un tiempo, a raíz de los estudios llevados a cabo en Mallorca, Menorca e Ibiza, islas bajo dominio bizantino conquistadas por los musulmanes hacia el año 902[67]. En segundo lugar, se han estudiado con esmero amplios territorios irrigados, en donde se hallaban en época andalusí agrupaciones de huertos que, después de la conquista cristiana, quedaron inmersos en una huerta todavía mayor. Es así en Valencia, según las investigaciones llevadas a cabo últimamente sobre su huerta[68]. Se han estudiado asimismo otras huertas urbanas con un tamaño muy considerable, que, según los que las investigaron, deben relacionarse con las elites de dichas ciudades.

Al intentar conocer las huertas altomedievales de Cataluña, hemos descrito unos paisajes irrigados que no sabemos con plena seguridad si corresponden a alguno de estos tipos e incluso si debe fecharse su creación, en todos los casos, durante los siglos andalusíes. De un modo parecido a lo que se ha encontrado en Aragón, creemos que algunos pequeños espacios irrigados, en toda Cataluña, fueron creados por comunidades rurales a lo largo de los siglos VI-VIII. Por otro lado, alrededor de Lleida encontramos largas acequias y extensas zonas de huerta que tienen que relacionarse, en primer lugar, con las elites dirigentes de dicha ciudad de época andalusí y quizás también con las comunidades rurales que vivían en almunias a lo largo de su recorrido. Conocemos estos espacios irrigados sobre todo a partir de la documentación escrita después de la conquista cristiana, muy a menudo redactada pocos años después. Como acabamos de señalar, podemos observar en las fotografías aéreas las franjas coaxiales de tierra irrigable creadas posteriormente al año 1149; por ello, de momento resulta difícil saber cómo eran exactamente estos espacios antes de la llegada de las huestes de los condes de Barcelona y de Urgell. Por otro lado, es muy importante señalar que, muy a menudo, estas canalizaciones, realizadas en principio en los siglos X y XI, destruyeron o aprovecharon cursos de agua y espacios irrigados más antiguos, que, como hemos planteado, no estamos en absoluto seguros de que siempre deban fecharse en época islámica.

Hemos querido plantear la necesidad de tener una visión en la larga duración (la *longue durée* que persiguen conocer algunos historiadores franceses). Como acabamos de afirmar, resulta relativamente fácil saber cómo era y cómo se transformó el paisaje cercano a Lleida después de la conquista condal. Lo hemos comprobado, por ejemplo, en Almenar, en Rufea o en Menàrguens. Largas franjas de terreno irrigado que se repartieron los condes catalanes, la nobleza y aquellos que inmigraron hacia estas tierras recién conquistadas. También hemos subrayado que parece que no es muy difícil asegurar dónde se hallaban los espacios irrigados antes de la llegada de los condes de Barcelona y Urgell, a pesar de que sería mucho más arduo reconstruir su organización. Podríamos plantear algunas propuestas sobre sus características, teniendo presente lo que se ha descubierto en Aragón. Sin embargo, aquello que resulta más difícil de esclarecer es llegar a conocer dónde habríamos hallado espacios irrigados antes del año 713 (o 714), cuando llegaron los ejércitos bereberes y árabes al llano de Lleida. Si encontramos espacios irrigados cerca de Girona y de Barcelona, por ejemplo, al lado del rio Ter o del Ripoll, quizás anteriores a los años 785 o 801, tenemos que concluir que en unas tierras más áridas como las de Lleida es lógico que también existiesen. Quizás, en primer lugar, nos tendríamos que preguntar sobre si existieron en época romana algunas acequias paralelas al Cinca o a la Noguera Ribagorçana, donde se hallaban importantes *villae* (como la del Romeral). No obstante, pensamos que no es necesario buscar unos precedentes premedievales (a pesar de la importancia que pueda tener). Aquello que realmente nos interesa es descubrir si se crearon, desde los primeros siglos de

[65] Bolòs, 2023, doc. 555 (año 1174).
[66] Asimismo, se documenta la existencia de este guardián de las acequias, el zabacequia, en Aragón: Sesma, Utrilla y Laliena, 2001, 137. También: Ortega, 2018, 125-126.
[67] Kirchner, 1997. Kirchner y Retamero, 2016.
[68] Guinot, 2010-2011. Esquilache, 2018.

la Edad Media, pequeños espacios hidráulicos en relación con las llamadas *comes* y, sobre todo, con los *reguers* o con las *clamors*. A partir de la información que tenemos hasta la fecha creemos que es muy probable que fuese así, a pesar de que somos conscientes de que es un tema que todavía deberá estudiarse más.

## Bibliografia


Altisent, A. 1993: *Diplomatari de Santa Maria de Poblet. Volum I: anys 960-1177*. Barcelona (España), Abadia de Poblet y Generalitat de Catalunya.

Baiges, I. y Puig, P. 2019: *Catalunya Carolíngia, volum VII: El comtat de Barcelona*. Barcelona (España), Institut d'Estudis Catalans.

Bolòs, J. 1993: "Paisatge i societat al 'Segrià' al segle XIII", en Bolòs, J. (Ed.), *Paisatge i societat a la Plana de Lleida a l'edat mitjana*. Lleida (España), Universitat de Lleida, 45-81.

Bolòs, J. 2001: "Changes and survival: the territory of Lleida (Catalonia) after the twelfh-century conquest". *Journal of Medieval History*, 27, 313-329. https://doi.org/10.1016/s0304-4181(01)00017-3

Bolòs, J. 2002: "Les moulins en Catalogne au Moyen Âge", en Mousnier, M. (Ed.), *Moulins et meuniers dans les campagnes européennes (IXe-XVIIIe siècle)*. Toulouse (France), Presses Universitaires du Mirail, 53-75.

Bolòs, J. 2004: *Els orígens medievals del paisatge català. L'arqueologia del paisatge com a font per a conèixer la història de Catalunya*. Barcelona (España), Institut d'Estudis Catalans y Publicacions de l'Abadia de Montserrat.

Bolòs, J. 2008: *Dins les muralles de la ciutat. Carrers i oficis a la Lleida dels segles XIV i XV*. Lleida (España), Ajuntament de Lleida y Pagès editors.

Bolòs, J. 2010: "Un paisatge complex d'un país molt vell. Els estudis d'història del paisatge per comprendre i valorar el territori", en Bolòs, J. (Ed.), *La caracterització del paisatge històric*. Lleida (España), Universitat de Lleida, 83-147. https://doi.org/10.7203/efit.1.16438

Bolòs, J. 2014a: "L'arqueologia del paisatge. Una nova manera de conèixer el passat i de valorar allò que tenim entorn nostre". *Afers*, 78, 423-449.

Bolòs, J. 2014b: "L'arqueologia del paisatge de la Catalunya medieval". *Butlletí de la Societat Catalana d'Estudis Històrics*, 25, 101-170.

Bolòs, J. 2015: "Paisatges i transicions: canvis i continuïtats al llarg de la història", en Bolòs, J. (Ed.), *El paisatge en èpoques de transició al llarg dels darrers dos mil anys*. Lleida (España), Universitat de Lleida, 59-126. https://doi.org/10.15257/ehquidad.2015.0010

Bolòs, J. 2018: "Història del paisatge i mapes de Caracterització del Paisatge Històric (CPH): el Vallès i el Penedès (Catalunya)", en Bolòs, J. (Ed.), *Els caràcters del paisatge històric als països mediterranis*. Lleida (España), Pagès editors y Universitat de Lleida, 65-145. https://doi.org/10.7203/efit.1.16438

Bolòs, J. 2021: *Col·lecció diplomàtica de l'Arxiu Capitular de Lleida. Primera part: Documents de les seus episcopals de Roda i de Lleida (fins a l'any 1143)*. Barcelona (España), Fundació Noguera.

Bolòs, J. 2022: *El paisatge medieval del comtat de Barcelona. Història del paisatge, documents i cartografia d'un país mediterrani*. Lleida (España), Pagès editors.

Bolòs, J. 2023: *Col·lecció diplomàtica de l'Arxiu Capitular de Lleida. Segona part: Documents de les seus episcopals de Roda i de Lleida (1145-1192)*. Barcelona (España), Fundació Noguera.

Bolòs, J. y Bonales, J. 2013: *Atles històric de Menàrguens. El paisatge històric d'un municipi de la comarca de la Noguera al llarg de dos mil anys*. Lleida (España), Ajuntament de Menàrguens.

Bolòs, J. y Hurtado, V. 2018: *Atles del comtat de Barcelona (801-993)*. Barcelona (España), Rafael Dalmau editor.

Bolòs, J. y Nuet, J. 1998: *La sèquia Monar i els molins del riu Ripoll (Sabadell, Vallès Occidental)*. Sabadell (España), Ajuntament de Sabadell.

Bonales, J. 2018: *Traces d'un passat llunyà. El Baix Cinca (1200 aC - 1149 dC)*. Fraga (España), Institut d'Estudis del Baix Cinca IEA.

Bramon, D. 2000: *De quan érem o no musulmans. Textos del 713 al 1010*. Vic; Barcelona (España), Eumo Editorial e Institut d'Estudis Catalans.

Brufal, J. 2013: *El món rural i urbà en la Lleida islàmica (segles XI-XII). Lleida i l'est del districte: Castelldans i el pla del Mascançà*. Lleida (España), Pagès editors.

Bueno Sánchez, M. 2015: "Power and rural communities in the Banu Salim area (eighth-eleventh centuries): peasant and frontier landscapes as social construction", en Fábregas, A. y Sabaté, F. (Eds.), *Power and Rural Communities in Al-Andalus: Ideological and Material Representations*. Turnhout (Belgium), Brepols, 17-51.

Canal, J., Canal, E., Nolla, J. M. y Sagrera, J. 2003: *Girona, de Carlemany al feudalisme (785-1057). El trànsit de la ciutat antiga a l'època medieval*. Girona (España), Ajuntament de Girona.

Caucanas, S. 1995: *Moulins et irrigation en Roussillon du IXe au XVe siècle*. Paris (France), CNRS.

Christie, N. & Herold, H. (Eds.). 2016: *Fortified Settlements in Early Medieval Europe. Defended Communities of the 8th-10th Centuries*. Oxford (United Kingdom), Oxbow books.

Coromines, J. 1994-1997: *Onomasticon Cataloniae. Els noms de lloc i noms de persona de totes les terres de llengua catalana*, vols. 2-8. Barcelona (España), Curial edicions.

Eritja, X. 1998: *De l'*almunia *a la* turris*: organització de l'espai a la regió de Lleida (segles XI-XIII)*. Lleida (España), Publicacions de la Universitat de Lleida.

**Eritja, X.** 2000: "*Dominicum comitis*: estructuració feudal de l'horta urbana de Rufea (Lleida) durant la segona meitat del segle XII", en Vicedo, E. (Ed.), *Terra, aigua, societat i conflicte a la Catalunya occidental*. Lleida (España), Pagès editors, 25-46.

**Escuder, J.** 2016: *Diplomatari de Santa Maria de les Franqueses, 1075-1298*. Barcelona (España), Fundació Noguera.

**Esquilache, F.** 2018: *Els constructors de l'Horta de València. Origen, evolució i estructura social d'una gran horta andalusina entre els segles VIII i XIII*. València (España), Publicacions de la Universitat de València.

**Fenwick, C.** 2020: *Early Islamic North Africa. A New Perspective.* London (United Kingdom), Bloomsbury.

**Furió, A. y Martínez, L. P.** 2000: "De la hidràulica andalusí a la feudal: continuïtat i ruptura. L'Horta del Cent a l'Alzira medieval", en Furió, A. y Lairón, A. (Eds.), *L'espai de l'aigua. Xarxes i sistemes d'irrigació a la Ribera del Xúquer en la perspectiva històrica*. València (España), Universitat de València y Ajuntament d'Alzira, 19-73.

**Furió, A.** 2020: "L'illa. L'Alzira musulmana", en Alba Pagán, E. y Lairón Pla, A. J. (Dirs.). *Història d'Alzira. Des de la Prehistòria fins a l'actualitat*. València (España), Publicacions de la Universitat de València, 185-194.

**Gilbertson, D. D. & Hunt, C. O.** 1996: "Romano-Libyan Agriculture: Walls and Floodwater Farming", en Barker, G. (Ed.), *Farming the Desert. The UNESCO Libyan Valleys Archaeological Survey. Volume One: Synthesis*. London (United Kingdom), UNESCO, 191-226.

**Guinot, E.** 2010-2011: "El paisatge històric de les hortes medievals mediterrànies". *Estudis d'Història Agrària*, 23, 59-80.

**Kirchner, H.** 1997: *La construcció de l'espai pagès a Mayūrqa: les valls de Bunyola, Orient, Coanegra i Alaró*. Palma (España), Universitat de les Illes Balears.

**Kirchner, H.** 2012: "Hidráulica campesina anterior a la generalización del dominio feudal. Casos en Cataluña", en Torró, J. y Guinot, E. (Eds.), *Hidráulica agraria y sociedad feudal. Prácticas, técnicas, espacios*. València (España), Universitat de València, 21-50.

**Kirchner, H. & Retamero, F.** 2016: "Becoming islanders. Migration and settlement in the Balearic Islands (10th-13th centuries)", en Retamero, F., Schjellerup, I. & Davies, A. (Eds.), *Agricultural and Pastoral Landscapes in Pre-Industrial Society. Choises, Stability and Change.* Oxford (United Kingdom), Oxbow, 57-78.

**Laliena, C. y Ortega, J.** 2005: *Arqueología y poblamiento. La Cuenca del río Martín en los siglos V-VIII*. Zaragoza (España), Universidad de Zaragoza.

**Martí, R.** 1988: "Les *insulae* medievals catalanes". *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana*, 44, 111-23.

**Monjo, M.** 2004: *Sarraïns sota el domini feudal. La Baronia d'Aitona al segle XV.* Lleida (España), Universitat de Lleida.

**Moran, J.** 2001: "De la vila Garrosa a Sant Vicenç dels Horts (Baix Llobregat)". *Butlletí Interior de la Societat d'Onomàstica. Homenatge a Ramon Amigó*, 84, 70-73.

**Negre, J.** 2020: *En els confins d'al-Andalus. Territori i poblament durant la formació d'una societat islàmica a les Terres de l'Ebre i el Maestrat*. Benicarló (España), Onada edicions.

**Ortega, J. M.** 2018: *La conquista islámica de la Península Ibérica. Una perspectiva arqueológica.* Madrid (España), La Ergástula.

**Ponsich, P.** 2006: *Catalunya Carolíngia, volum VI: Els comtats de Rosselló, Conflent, Vallespir i Fenollet*. Barcelona (España), Institut d'Estudis Catalans.

**Roig, J.** 2009: "Asentamientos rurales y poblados tardoantiguos y altomedievales en Cataluña (siglos VI al X)", en Quirós, J. A. (Ed.), *The Archaeology of early medieval villages in Europe*. Bilbao (España), Euskal Herriko Unibertsitatea / Universidad del País Vasco, 207-251.

**Roig, J.** 2011: "Vilatges i assentaments pagesos de l'Antiguitat tardana als *territoria* de *Barcino* i *Egara* (Depressió Litoral o Prelitoral): caracterització del poblament rural entre els segles V-VIII', en *Actes del IV Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya*. Tarragona (España), ACRAM, vol. I, 227-50.

**Roig, J.** 2013: "Silos, poblados e iglesias: almacenaje y rentas en época visigoda y altomedieval en Cataluña (siglos VI al XI)", en Vigil-Escalera, A., Bianchi, G. y Quirós, J. A. (Eds.), *Horrea, barns and silos. Storage and incomes in Early Medieval Europe*. Bilbao (España), Euskal Herriko Unibertsitatea / Universidad del País Vasco, 145-170.

**Sesma, J. Á., Utrilla, J. F. y Laliena, C.** 2001: *Agua y paisaje social en el Aragón medieval. Los regadíos del río Aguasvivas en la Edad Media*. Zaragoza (España), Confederación Hidrográfica del Ebro.

**Sobrequés, S., Riera, S. y Rovira, M.** 2003: *Catalunya Carolíngia, volum V: Els comtats de Girona, Besalú, Empúries i Peralada*. Barcelona (España), Institut d'Estudis Catalans.

**Sarobe, R.** 1998: *Col·lecció diplomàtica de la Casa del Temple de Gardeny (1070-1200)*. Barcelona (España), Fundació Noguera.

**Virgili, A.** 2001: Ad detrimentum Yspanie. *La conquesta de Ṭurṭūša i la formació de la societat feudal (1148-1200)*. València (España), Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona y Publicacions de la Universitat de València.

**Virgili, A. & Kirchner, H.** 2019: "The impact of the Christian conquest on the agrarian areas in the lower Ebro Valley: the case of Xerta (Spain)", en Brady, N. & Theune, C. (Eds.), *Ruralia XII: Settlement change across Medieval Europe; old paradigms and new vistas*. Leiden (Netherlands), Sidestone, 413-420.

**Walmsley, A.** 2007: *Early Islamic Syria. An Archaeological Assessment*. London (United Kingdom), Duckworth.

**Wickham, C.** 2005: *Framing the Early Middle Ages. Europe and the Mediterranean, 400-800*. Oxford (United Kingdom), Oxford University Press.

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# La organización de los riegos en el Segrià, área de Lleida (Cataluña, España), 1640-1870: eficiencia institucional frente a la "tragedia" de los recursos de uso común

## *The organization of irrigation in the Segrià, Lleida area (Catalonia, Spain), 1640-1870: institutional efficiency in the face of the "tragedy" of commonly used resources*

**Enric Vicedo-Rius**
Universidad de Lleida, Lleida. España
enric.vicedo@udl.cat
ORCID: 0000-0002-2252-5823

**Información del artículo**
**Recibido:** 30/09/2022
**Revisado:** 02/12/2022
**Aceptado:** 27/04/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.7126

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMEN**

El objetivo es analizar la gestión de las acequias de la comarca del Segrià (Lleida, Cataluña) a partir de las fuentes conservadas de las instituciones de riego. El estudio muestra que en las etapas en que existió una institución de riegos claramente definida y representativa de los intereses campesinos ("Prohomenies" y Junta de Cequiaje) se produjo una tendencia a la descentralización de la gestión de los riegos mediante concesiones enfitéuticas primero, y siempre con supervisión tanto en la realización de los escombros como en la equidad en la distribución del agua, además de sistemas de resolución de conflictos, El resultado fue una eficiencia tal que permitió establecer cequiajes reducidos y una política no punitiva con los retrasos justificados, ya que la deuda se iba cancelando progresivamente. Las buenas prácticas permiten concluir que se cumplirían la mayor parte de los criterios de buen funcionamiento previstos para los recursos de uso común por la premio Nobel de economía Elinor Östrom.

**PALABRAS CLAVE:** Riegos, Instituciones, Eficiencia, Segrià (Cataluña), 1640-1870.

**ABSTRACT**

The objective is to analyze the management of the ditches in the region of Segrià (Lleida, Catalonia) from the conserved sources of the irrigation institutions. The study shows that in the stages in which there was an irrigation institution clearly defined and representative of peasant interests ("Prohomenies" and Junta de Cequiaje) there was a tendency to decentralize irrigation management through emphyteutic concessions first, and always with supervision both in the construction of rubble and in equity in the distribution of water, in addition to conflict resolution systems. The result was such efficiency that it allowed the establishment of reduced drains and a non-punitive policy with justified delays, since that the debt was being canceled progressively. Good practices allow us to conclude that most of the criteria for proper functioning established for commonly used resources by Nobel laureate in economics Elinor Östrom would be met.

**KEYWORDS:** Irrigation, Institutions, Efficiency, Segrià (Catalonia), 1640-1870.

## A organização da irrigação na área de Segrià, Lleida (Catalunha, Espanha), 1640-1870: eficiência institucional diante da "tragédia" dos recursos comumente usados

**RESUMO**

O objetivo é analisar a gestão das valas na região de Segrià (Lleida, Catalunha) das fontes conservadas das instituições de irrigação. O estudo mostra que nas fases em que havia uma instituição de irrigação claramente definida e representativa dos interesses camponeses ("Prohomenies" e Junta de Cequiaje) houve uma tendência a descentralizar a gestão da irrigação através de concessões enfitêuticas primeiro, e sempre com supervisão tanto no construção de entulho e em equidade na distribuição de água, além de sistemas de resolução de conflitos. O resultado foi tamanha eficiência que permitiu o estabelecimento de ralos reduzidos e uma política não punitiva com atrasos justificados, uma vez que a dívida foi sendo cancelada progressivamente . As boas práticas permitem concluir que a maioria dos critérios de bom funcionamento estabelecidos para recursos comumente usados pela ganhadora do Prêmio Nobel de Economia Elinor Östrom seriam atendidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação, Instituições, Eficiência, Segrià (Catalunha), 1640-1870.

## L'organisation de l'irrigation dans le Segrià, région de Lleida (Catalogne, Espagne), 1640-1870 : efficacité institutionnelle face à la « tragédie » des ressources d'usage commun

**RÉSUMÉ**

L'objectif est d'analyser la gestion des fossés dans la région du Segrià (Lleida, Catalogne) des sources conservées des institutions d'irrigation. L'étude montre qu'aux étapes où il y avait une institution d'irrigation clairement définie et représentative des intérêts paysans ("Prohomenies" et Junta de Cequiaje) il y avait une tendance à décentraliser la gestion de l'irrigation par des concessions emphytéotiques d'abord, et toujours avec une supervision à la fois dans le construction de décombres et en équité dans la distribution de l'eau, en plus des systèmes de résolution des conflits.Le résultat a été d'une telle efficacité qu'il a permis la mise en place de drains réduits et une politique non punitive avec des délais justifiés, puisque la dette s'annulait progressivement. Les bonnes pratiques permettent de conclure que la plupart des critères de bon fonctionnement établis pour les ressources à usage collectif par la lauréate du prix Nobel d'économie Elinor Östrom seraient respectés.

**MOTS-CLÉ:** Irrigation, Institutions, Efficacité, Segrià (Catalogne), 1640-1870.

## L'organizzazione dell'irrigazione nel Segrià, zona di Lleida (Catalogna, Spagna), 1640-1870: efficienza istituzionale di fronte alla "tragedia" delle risorse di uso comune

**SOMMARIO**

L'obiettivo è analizzare la gestione dei fossi nella regione di Segrià (Lleida, Catalogna) dalle sorgenti conservate degli enti irrigui. Lo studio mostra che nelle fasi in cui esisteva un istituto irriguo ben definito e rappresentativo degli interessi contadini ("Prohomenies" e Junta de Cequiaje) si tendeva a decentrare la gestione dell'irrigazione attraverso concessioni enfiteutiche prima, e sempre con supervisione sia in costruzione di macerie e in equità nella distribuzione dell'acqua, oltre ai sistemi di risoluzione dei conflitti.Il risultato è stato tale da consentire l'istituzione di scarichi ridotti e una politica non punitiva con giustificati ritardi, poiché il debito veniva cancellato progressivamente. Le buone pratiche ci consentono di concludere che la maggior parte dei criteri per il corretto funzionamento stabiliti per le risorse di uso comune dal premio Nobel per l'economia Elinor Östrom sarebbero soddisfatti.

**PAROLE CHIAVE:** Irrigazione, Istituzioni, Efficienza, Segrià (Catalogna), 1640-1870.

## Planteamiento inicial[1]

En 1968 Garrett Hardin escribió un artículo de gran impacto en el que se argumentaba la necesidad de abandonar los recursos comunes y el marco de libertad reproductiva de las sociedades humanas en el que están insertos. Consideraba todo tipo de recursos comunes, incluso aquellos que en principio eran gratuitos, como la disponibilidad del aire. Y era crítico con el papel de la conciencia a la hora de controlar el crecimiento de la población e incluso con la Declaración de los Derechos Humanos de la ONU.

> Debemos admitir que nuestro sistema legal de propiedad privada más herencia es injusto, pero nos quedamos con él porque no estamos convencidos, por el momento, de que alguien haya inventado un sistema mejor. La alternativa de los recursos comunes es demasiado aterradora para contemplarse. La injusticia es preferible a la ruina total[2].

Debemos tener en cuenta el contexto histórico del momento en que escribió su alegato. En el mismo año 1968 se reunió el Club de Roma, cuyo planteamiento neomaltusiano se reflejó en el informe encargado al MIT con el título "Los límites al crecimiento"[3]. Las aportaciones del Club de Roma enfrentaron dos visiones contradictorias sobre el crecimiento de la población y el desarrollo: aquellas que abogaban por el control de la natalidad en el Tercer Mundo sin necesidad de reducir las desigualdades y aquellas otras que ponían en primer lugar la reducción de las desigualdades y la superación del intercambio desigual. En el mismo momento se formulaban las aportaciones de autores como André Gunder Frank que analizaba el papel de los intercambios comerciales desiguales en el origen del subdesarrollo de una parte del mundo[4].

El trabajo de Hardin es considerado uno de los trabajos clave de la historia de la ciencia por su planteamiento tan radical y desconfiado frente a la sociedad humana y los recursos comunes. La transición del feudalismo al capitalismo en Europa se tradujo en una reducción o supresión de los bienes y usos comunales y la institucionalización de los derechos de propiedad privada. Para algunos autores se trataría de la supresión de derechos de propiedad ineficientes frente a derechos de propiedad más eficientes. Los estudios sobre los recursos de uso común no justifican necesariamente una ineficiencia ni en el Antiguo Régimen ni en las sociedades capitalistas[5].

Elinor Östrom[6] estableció unos "Principios de diseño característicos de instituciones de larga duración de los recursos de uso común", principios que garantizarían un funcionamiento adecuado y por tanto un alejamiento del terrible destino de la humanidad al que los asociaba Garrett Hardin. En síntesis, serían los siguientes principios:

1. Límites claramente definidos.
2. Coherencia entre las reglas de apropiación y provisión con las condiciones locales.
3. Arreglos de elección colectiva.
4. Supervisión.
5. Sanciones graduadas.
6. Mecanismos para la resolución de conflictos.
7. Reconocimiento mínimo de derechos de organización.

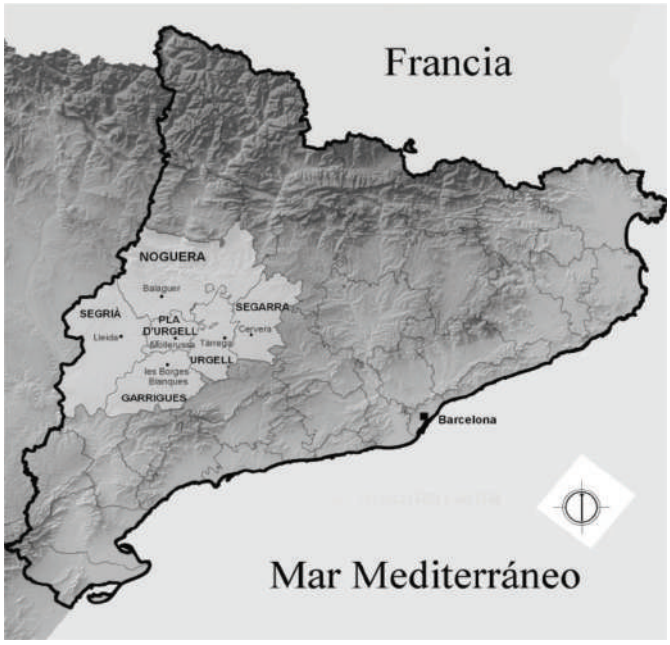
El análisis que proponemos sobre los riegos de la comarca del Segrià —área de Lleida en la Cataluña seca occidental (véase el mapa 1)— tiene por objeto mostrar la eficiencia de su funcionamiento, que se debe, en gran parte, al cumplimiento de los criterios que ha establecido la profesora Östrom.

El período estudiado está acotado entre 1640 y 1870. El primer momento coincide con una guerra que incidió de manera grave en los riegos y la economía de la zona de Lleida. Será interesante analizar la racionalidad en la recuperación de los riegos y la economía en las décadas posteriores. El momento final coincide con la aprobación de la primera Ley de Aguas (1866) de la etapa liberal y capitalista del estado español.

Deseamos observar, inicialmente, que la zona estudiada era una zona débilmente poblada a causa de unas condiciones agroecológicas limitadas. Sin los riegos históricos que analizaremos –las acequias del Segrià

[1] Este trabajo se ha realizado en el marco del grupo ARQHISTEC *Economías Alimentarias y Dinámica de la Población en el Mediterráneo Occidental: Grupo de Arqueología e Historia de las Sociedades Premodernas*, 2021 SGR 01607 Generalitat de Catalunya, y del proyecto CARTHISTEM *Cartografía histórica y análisis territorial en la Europa meridional. Una metodología para comprender y dar a conocer el paisaje histórico, la sociedad y la actividad económic*a, RTI. 2018-094543-B-I00. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (España).
[2] Hardin, 2015 [1968].
[3] Meadows, Meadows, Randers y Behrens, III, 1972.
[4] Gunder Frank, 1966 y 1967.
[5] Para la zona mediterránea valenciana se puede comprobar en los estudios de Peris, 1992, 2003 y 2017. O en los conflictos sobre el Canal de Urgel (Vicedo y Soldevila, 2015, 177-200).
[6] Östrom, 2000.

Mapa 1. Ubicación del Segrià




Fuente: Servicio de Cartografía, Universidad de Lleida.

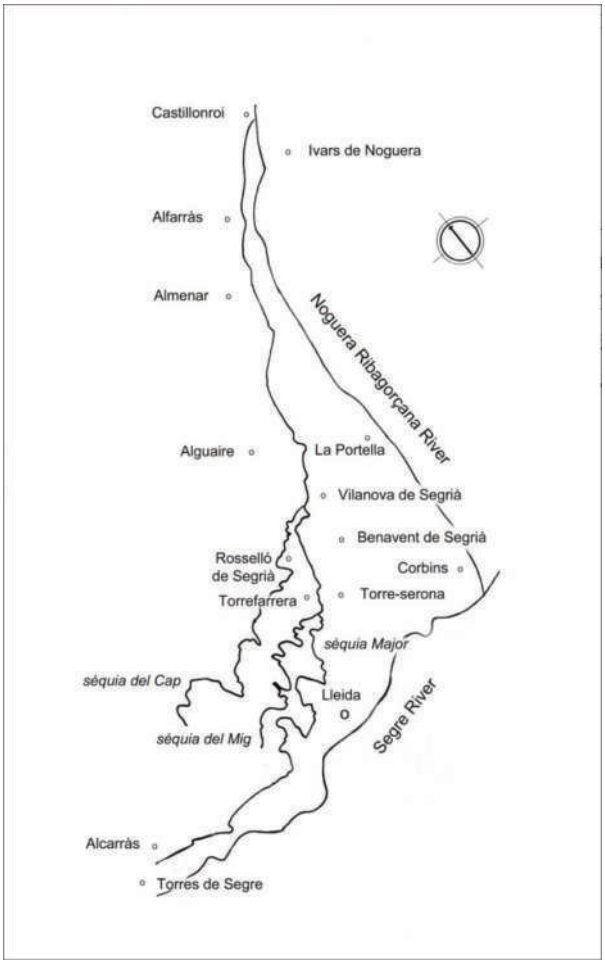
(conocidas también como de Noguera o de Pinyana, mapa 2)[7] y de Fontanet—, en parte existentes desde la etapa andalusí[8], las dificultades para su poblamiento hubiesen sido aún mayores. Nos alejamos, por tanto, de contextos como el expresado por Garrett Hardin que se refería a la presión sobre los recursos del Tercer Mundo. Pero incluso con una presión demográfica moderada sobre los recursos, la gestión de los mismos podría ser adecuada en función de las posibilidades reales o bien carecer de toda planificación con los problemas que podría comportar.

Además, la ubicación de Lleida y sus huertas en un punto estratégico en la frontera entre Cataluña y Aragón la convertía en lugar común de asedios que se repetían con cada contienda bélica. Hacia 1640, 1707 y 1808 las huertas del área de Lleida y de poblaciones de la comarca se veían gravemente afectadas y sus habitantes debían reconstruir el territorio en unas condiciones difíciles y en gran parte a través de la iniciativa particular. Por tanto, aunque en términos generales observamos una densidad de población débil, el impacto de las crisis históricas[9] evidenciaba la necesidad de recuperar la producción ante una población que la necesitaba para su supervivencia o para el comercio con otros puntos del territorio catalán.

## Los riegos del Segrià: de manos privadas a manos públicas municipales

A mediados del siglo XII, 1149, la Carta Puebla de Lleida otorgaba a los repobladores todas las tierras, huertos, fincas, prados, pastos, fuentes, aguas, bosques, la leña y la caza. Pero no la posibilidad de hacer acequias. Alfonso I el Casto concedió esta posibilidad a Ramon Sassala (con la función de *çavasséquia*) y a Guillem de Basella, así como poder cobrar cequiajes, que habían de servir para la ampliación y el desarrollo de los riegos ya existentes. Entre 1190 y 1229 se produjo, por parte del Consolat, institución municipal de Lleida, la compra y pago por etapas de las dos acequias, la del Segrià (de Noguera o Pinyana) con aguas del río Noguera Ribagorzana y la de Fontanet con aguas del río Segre. Coincidiendo con el cambio institucional municipal de 1264 —paso al régimen de Paeria— se crearía la "prohomenia" de riegos que, en el siglo siguiente, se dividiría en dos: una por la acequia de Segrià y otra por la de Fontanet. Además, a partir de 1276 se elaborarían las primeras ordenanzas municipales sobre la huerta[10].

Mapa 2. La acequia de Segrià




[7] En 1483 incorpora la acequia de Alcarràs, que hasta el momento circulaba por el interior de Lleida (Eritja, 2006).
[8] Monjo, 2016. Eritja, 2006. Tomàs Peris ha estudiado la Ribera del Xúquer, y especialmente la acequia de Escalona, con una evolución similar (Peris, 1992 y 2003).
[9] Lladonosa, 1967.
[10] Lladonosa, 1975, vol. 1. Gras i d'Esteva, 1897 y 1911.

Los riegos de Segrià y de Fontanet estuvieron gestionados por las "Prohomenies" hasta 1707. En 1543 se igualaron las penas por infracciones de Fontanet a las de Pinyana[11]. Con el nuevo municipio borbónico, basado en la Nueva Planta[12], será un regidor por acequia el responsable de la gestión del riego hasta que se creó la Junta de Cequiaje en 1754 por orden de la Real Audiencia, ratificada por el Consejo de Castilla en 20 de julio de 1758[13].

Según la Ley de Aguas de 1866 y la nueva versión de 1879, la Junta de Cequiaje había de constituir una comunidad de regantes para poder realizar la gestión de los riegos[14]. Lo más sorprendente será que está comunidad no se creó hasta 1955, tras el "ultimátum" de la Jefatura Nacional de Obras Públicas en 1938 y el de la Confederación Hidrográfica del Ebro en 1948[15].

## Las "Prohomenies" como forma eficiente de la gestión de riegos

Una primera recopilación conocida de las reglas de riego se realizó en 1403[16]. Se encontraba adjunta al arrendamiento de la acequia del Segrià y, como destacan Romà Sol y Carme Torres, muchas de las normas estarían incorporadas en las primeras ordenanzas de la Junta de Cequiaje aprobadas en 1794, casi cuatros siglos más tarde. En 1559 se realizaba una recopilación de las ordenanzas que regían la huerta de Lleida. Entre las funciones del "*musstassaff*", *mostassaf* o el almotacén andalusí, destacaba desde el siglo XIV la vigilancia de pesos y medidas y el cumplimiento de las ordenanzas municipales[17]. En relación con las aguas de riego solo podía intervenir cuando el agua inundaba los caminos[18]. Serán las "Prohomenies" las responsables del establecimiento de reglas y sanciones de cara a los regantes, siendo los acequieros cargos fundamentales. Por tanto, se elaborarán dos ordenanzas, una relativa a los riegos y otra relativa a la realidad de la huerta de Lleida.

Nuestra hipótesis considera que las "Prohomenies" de la acequia de Segrià y de Fontanet gestionaban adecuadamente los riegos de la huerta de Lleida, sobre la cual no constan conflictos graves que incidieran en el riego efectivo. Durante el siglo XVII se desarrolló una tendencia a la estabilización de las realidades relativas a los riegos. Se pasó de una situación en la que el ayuntamiento de Lleida arrendaba el cobro de los cequiajes de los pueblos del Segrià[19] a concesiones enfitéuticas del dominio útil del riego a universidades y señorías a cambio de censos monetarios fijos, importantes en los momentos en que se establecieron, pero que perdieron el peso tal y como nos adentrábamos en la segunda mitad del siglo XVIII y etapas posteriores. Este proceso se amplió y consolidó desde la etapa posterior a la Guerra dels Segadors (1640-1652) hasta principios del siglo XVIII[20]. Acabó siendo una cantidad total fija de 266 libras, 4 sueldos y 6 dineros, como se observa en 1769 (Figura 1). Cabe destacar que ni Almenar ni Alfarràs tenían el agua acensada ya que podían usarla siempre que mantuviesen limpias las acequias. El caso de Alguaire es especial, dado que tanto el común como la priora tienen acensada agua para regar las partes del término que, respectivamente, controlaban.

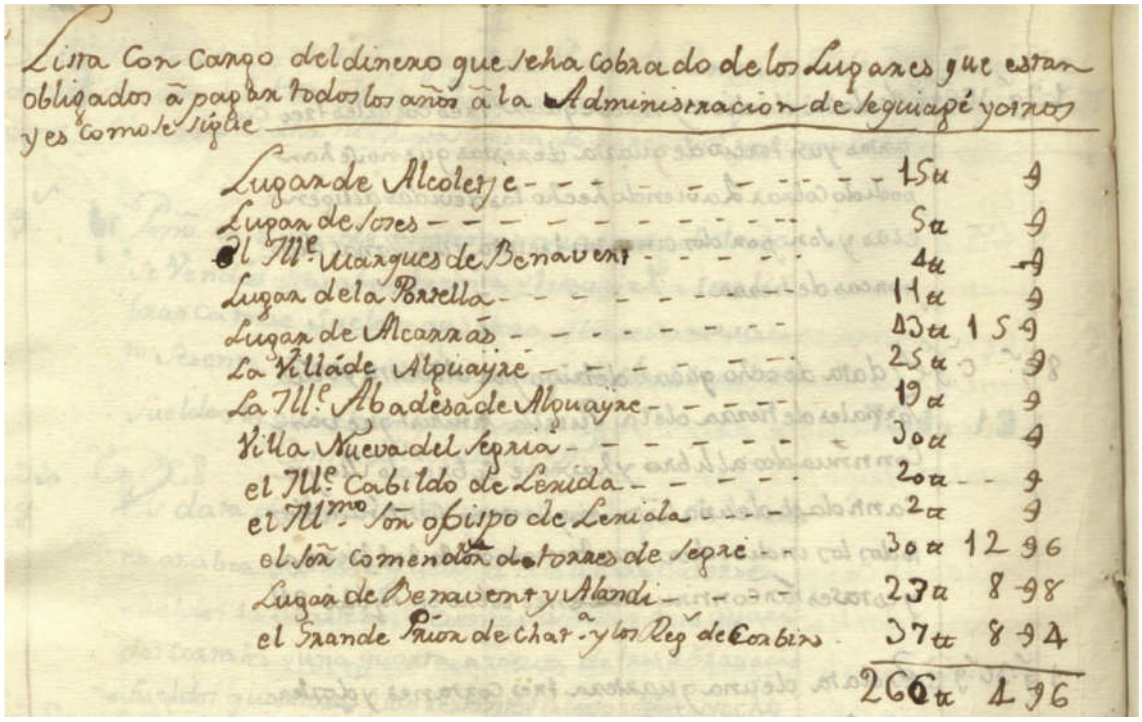
Durante la etapa de las "Prohomenies", que finalizó en 1707 con el sitio de Lleida por las tropas borbónicas, hay cuatro tipos de instrumentos jurídicos: acuerdos con universidades o señoríos regantes con el objetivo de establecer todo tipo de relaciones; acuerdos que avanzan hacia la concesión enfitéutica de las aguas a universidades y señores; arrendamientos para el cobro del cequiaje y arrendamientos para la limpieza de las acequias (hacer los "escombros").

En todos estos acuerdos o contratos se establecía con claridad el método para dirimir discrepancias de interpretación[21]. En el arrendamiento del cequiaje de la acequia de Segrià de 1439 se indicaba

> Item volen los dits Pahers e prohomens que si questio o qüestions, dupte o duptes exien en lo present arrendament, que lo dit arrendador haia stat a declaracio e determinacio dels Pahers e quatre prohomens per ells elegidors no sospitosos[22].

[11] AJS, Pdf_2015, Papers Fontanet, Fontanet fins a 1799, Ordinacions Fontanet 1554.pdf.
[12] "L'uniformisme institucional. Ampliació del decret de Nova Planta quant al govern municipal de Catalunya", Sobrequés, 1976, 129-140.
[13] Consejo de Castilla. 1758: *Sentencia dada por el Real y Supremo Consejo de Castilla...*
[14] Calatayud, 2016.
[15] Vicedo-Rius, 2017, 233-235.
[16] Sol y Torres, 1974, 81-89.
[17] Gras, 1897, 75-76.
[18] AJS, Pdf_2015, *Papers Fontanet, Fontanet fins a 1799, Ordinacions Fontanet 1554*.pdf.
[19] Alcoletge, Soses, la Portella, Alcarràs, Alguaire, Vilanova de Segrià, Torres de Segre, Benavent, Alandí y Corbins.
[20] Véase la Concordia entre la Paeria y el señor de Alfarràs (1467) y la carta de la misma institución a la priora de Alguaire (1468) solicitando su colaboración en el cabreo y recolección del cequiaje; Teira, 1977, 512-515 y 511-512 respectivamente.
[21] Para el detalle de esta transición ver la evolución de los censos (cuadro 7 "Els regants del Segrià" y texto asociado) en Vicedo-Rius, 2017, 50-59.
[22] Teira, 1977, 505. Apéndice 3 (3.1) con el texto en castellano actual.

Figura 1. Censos enfitéuticos anuales por el agua de riego de las acequias de Segrià y Fontanet, 1769.




Fuente: AJS, 2- Caixes 0 a 43\Caixa 26\1769|1769.pdf, 242r, *Llibre de sequiatge* de 1769.

Cien años más tarde, en 1535, en un contrato equivalente se indicaba

> Item es concordat que si questio o questions, dupte o duptes, aparien entre la Ciutat y lo arrendador, et esomerho entre lo arrendador e los obligats al cequiatge et esomerho de aquells, sien coneyxedors los senyor Pahers ab quatre o sis prohomens, a la declaracio de los quals prohomens no sien sospitosos a ninguna de les parts, se haie de estar, tota appellacio y recors appart posades, a les quals com a jutges competents proroguen la jurisdictio[23].

En este caso se posibilitaba ampliar a seis el número de "jueces" objetivos y se explicitaba que esta supervisión afectaba también a quejas de los regantes ("e los obligats al sequiatge").

En el capítulo 20 del arrendamiento de los molinos de Cervià en la acequia de Fontanet para el trienio 1562-1565 leemos:

> Item que si en los presents capitols o qualsevol de aquells eixiran algun dupte o dubtes que meresquen haver interpretatio o declaratio, que la dita interpretatio o declaratio agen a fer los senors pahers qui ara son o per temps seran ab quatre prohomens regidors per les dos parts egualment, a la qual interpretatio o declaratio les dites parts agen destar sots pena...[24].

En 1618 parecida norma figura en el arrendamiento del molino de Rius, en el camino a Gardeny en Lleida, también propiedad de la Paeria[25].

En la acequia de Segrià, el arrendamiento de los molinos de Alfarràs de 1618 incluye también que, en caso de duda, se encargará a cuatro *prohòmens* de realizar la interpretación.

> Item que si de la present capitulació resultase algun dupte aquell dega ser declarat e decidit per quatre promens de la mateixa sequia eligidors per los senors Pahers a la determinatio dels quals se haje destar[26].

El arrendamiento de los escombros de 1451 establecía que los conflictos se habían de dirimir por dos personas elegidas una por cada parte[27]. En el arrendamiento de los mismos, dos siglos después, en 1660,

[23] Teira, 1977, 525. Apéndice 3 (3.2).

[24] Arxiu de la Junta de Sequiatge (AJS), 2-Caixes 0 a 43\Caixa 03\1562_1579\1562_1579.pdf, 6 r. Apéndice 3 (3.3).

[25] Íbidem, 75 r y siguientes.

[26] AJS, 2-Caixes 0 a 43\Caixa 06\1615_1638; 1615_1638.pdf; 27v y siguientes, 29r. Apéndice 3 (3.4).

[27] Teira, 1977, 507.

disponemos del documento con los trabajos a realizar[28]. Estamos ante un documento muy detallado, que luego encontraremos incorporado y desarrollado en las ordenanzas de la Junta de Cequiaje de 1794.

Intencionadamente hemos reproducido más de una cláusula parecida para destacar como cualquiera de las actividades económicas de las "Prohomenies" tenían garantías estrictas, en ocasiones incluso penadas si no se seguía la solución, propuesta por los *prohòmens*. Repasando las actas para diversos años vemos como estas pautas se incluyen sin falta en todo tipo de contratos de gestión de elementos relacionados con el agua y sus aprovechamientos[29]. En todos los contratos se detallaban tanto todas las circunstancias, así como las obligaciones detalladas de ambas partes y parece evidente que no se deja campo de juego para las cláusulas informales[30].

Esta supervisión exterior a los contratantes se añadía a la supervisión general que se realizaba desde la "prohomenia" correspondiente. A medida que se realizaban contratos o se establecían normas entre la Paeria y arrendatarios, universidades o señores se iban consolidando toda una serie de realidades básicas que garantizaban la eficiencia en el funcionamiento de los riegos. Además, en diversos momentos se recopilaba toda la normativa así como las infracciones dotándolas de un determinado grado de importancia según las multas que iban asociadas. Por ejemplo, en 1543 se escribían las penas (*bans*) por infracciones en la acequia de Fontanet, que se equiparaban a las de la acequia del Segrià, que regaba un área mayor[31].

Las sanciones menores se aplicaban por regar por un ojo diferente al asignado, regar dos veces o impedir regar al siguiente. De carácter medio son las sanciones por hacer paradas, hacerlas con materiales inadecuados o cortar árboles cerca de la acequia y dificultar el curso del agua. Las multas más elevadas se refieren a la modificación de las acequias, los ojos, dañar el lecho (*caixers*), construir puentes o gestionar de manera particular las compuertas (*estelladors*).

Tras la lista de sanciones se establece un mecanismo de posible reclamación por parte de los regantes

> Exacció dels Bans de dita Sequia
>
> Primerament que tot Ban sera comes, e sera portat, y continuat sia iudicat per los Srs. Pahers ab quatre Prohomens dins vint dies apres sera aportat, e si la part condempnada se sentira agraviada se puixe apellar a la mateixa Promenia, e, si dins damunt dit termini de vint dias no judiquen en dits Bans ho hagen a pagar los Pahers del llur propi així la part tocant a la Ciutat com al acusador sens haverne gracia.[32]

## Instituciones borbónicas en la primera mitad del siglo XVIII

Los cambios institucionales que el régimen de la Nueva Planta impuso en Cataluña tras la Guerra de Sucesión tuvo su traslado en la organización de los municipios. Las "Prohomenies", que habían funcionado adecuadamente durante siglos, fueron suprimidas. La *prohomenia* del Segrià y la de Fontanet fueron substituidas por cargos unipersonales, en concreto dos regidores municipales, uno por acequia.

Se produjo una distorsión en la gestión de las reglas del juego que tradicionalmente se habían observado en los riegos de las acequias de Segrià y de Fontanet. Con ocasión de la necesidad de hacer obras en los azudes de la acequia de Pinyana y de Fontanet, el tema fue conflictivo y vecinos de Lleida trasladaron la queja a la Real Audiencia. También se llevó al tribunal la gestión de bienes de propios municipales, ante los abusos de los regidores que se adjudicaban a sí mismos o a conocidos sotos y tierras de secano, expulsando a los titulares. Se organizó todo un movimiento campesino, interclasista, que llevó el conflicto ante la Real Audiencia de Barcelona.[33]

Finalmente, la sentencia del Consejo de Castilla de 20 de julio de 1758 absolvió a los regidores de Lleida de mala gestión económica en la acequia de Segrià, quedando una duda en relación a obras en el azud de la acequia de Fontanet y constatando que se había exigido un cequiaje demasiado elevado. En todo caso los regidores únicamente hubieron de abonar las costas del proceso. Se confirmaba la creación de la Junta de Cequiaje, que había impuesto en 1754 la Real Audiencia, y se establecía una nueva junta para los propios, con diversas sanciones a los regidores[34].

[28] Teira, 1977, 531-533.
[29] Nos referimos a los libros de las "Prohomenies" de Fontanet y de Segrià AJS, 2-Caixes 0 a 43\ Caixa 03\ 1519_1553\ 1519_1553.pdf;\ 1553_1562\ 1553_1562.pdf; 1562_1579\1562_1579.pdf; Caixa 04\ 1444_1459\ 1444_1459.pdf; \1470_1517\1470_1517.pdf; \1476|1476.pdf; Caixa 05\ 1580_1604 \ 1580_1604.pdf; \ 1615_1642\1615_1642.pdf; \1626\1626.pdf; Caixa 06\1615_1638\ 1615_1638.pdf; 1665\1665.pdf; \1676\1676.pdf; \1685_1725\1685_1725.pdf.
[30] Barzel, 1997.
[31] AJS, Pdf_2015, *Papers Fontanet, Fontanet fins a 1799*...
[32] Apéndice 3 (3.5).
[33] Vicedo-Rius, 2017, 103-110.
[34] Consejo de Castilla. 1758: *Sentencia dada por el Real y Supremo Consejo de* ...

## La Junta de Cequiaje desde 1754 hasta 1866. La tendencia a la estabilización de las realidades relativas a los riegos

Las primeras reglas u ordenanzas de los riegos impresas son las de la Junta de Cequiaje, aprobadas en 1794[35], que no serán modificadas hasta 1918-1920[36]. Estas reglas recuperaban todos los avances en eficiencia que se habían producido durante los siglos modernos hasta 1707.

Veamos las principales aportaciones históricas que fueron recuperadas por la Junta de Cequiaje en sus ordenanzas:

1. El paso de los contratos de arrendamiento del cobro del cequiaje *dels forasters* (pueblos regados sin contar Lleida) a acensamientos enfitéuticos a universidades o señorías tuvo diversas ventajas en cuanto a la eficiencia. En primer lugar, descentralizaba de manera permanente la gestión de los riegos y, por tanto, cedía a terceros el dominio útil de la aguas. Universidades y comunes establecerán seguramente cequiajes reducidos parecidos al de la huerta de Lleida.

En la lista de concesiones enfitéuticas no constan Almenar y su anexo la Torre de Santa Maria y Alfarràs y su anexo Andaní. En las ordenanzas de 1794 se indica que la razón es porque se encargan de los escombros y del mantenimiento de las acequias en sus territorios. De hecho, Almenar y Alfarràs disponen del control sobre las aguas. En el caso de Almenar, en la Edad Media, los repobladores recibieron las aguas y también el derecho a construir acequias, situación diferente a Lleida.

2. Documentos como las listas de regantes acabarán generando los "Llibres del sequiatge" en la huerta de Lleida. Y seguramente documentos parecidos en otros pueblos[37]. La aparición de listas sobre la limpia de las acequias, con detalle de la responsabilidad de diversos actores —pueblos, señorías o la Paeria de Lleida—, que se adjuntaba en algunos arrendamientos de los "escombros", acabarán incorporados en las ordenanzas de 1794. Lo mismo sucede con el sistema de turnos en los riegos (Véanse apéndices 1 y 2). En la lista de responsables de realizar los "escombros" de 1660 se citaban, ya en la huerta de Lleida, el nombre y apellidos de cada uno de los propietarios que debían limpiar la acequia contigua a sus tierras[38]. Ahora, en 1794, se detallaban los espacios y solo se indicaba la responsabilidad particular de manera genérica, no así en el caso de comunes o señorías.

El control exhaustivo de los regantes tanto por lo que se refiere al pago del cequiaje como a los turnos de la limpieza de las acequias y los turnos de riego fue fundamental para la eficiencia de los riegos. Cuanto más eficientes sean estos controles, más fácil será establecer cequiajes bajos. La figura 2 muestra la compleja organización de la Junta de Cequiaje. Los acequieros son fundamentales: uno para cada una de las tres acequias del sistema de Segrià y uno para el azud; y para la acequia de Fontanet tanto la huerta de Lleida como la zona hasta la presa de Vilanova de la Barca otro acequiero. Estos acequieros no deberán ser ni dueños, arrendatarios o molineros de molinos situados fuera del curso de las acequias. El argumento es claro y explícito. Los acequieros deben estar vigilantes en relación al curso de las aguas de las acequias y no distraerse con intereses situados fuera del sistema.

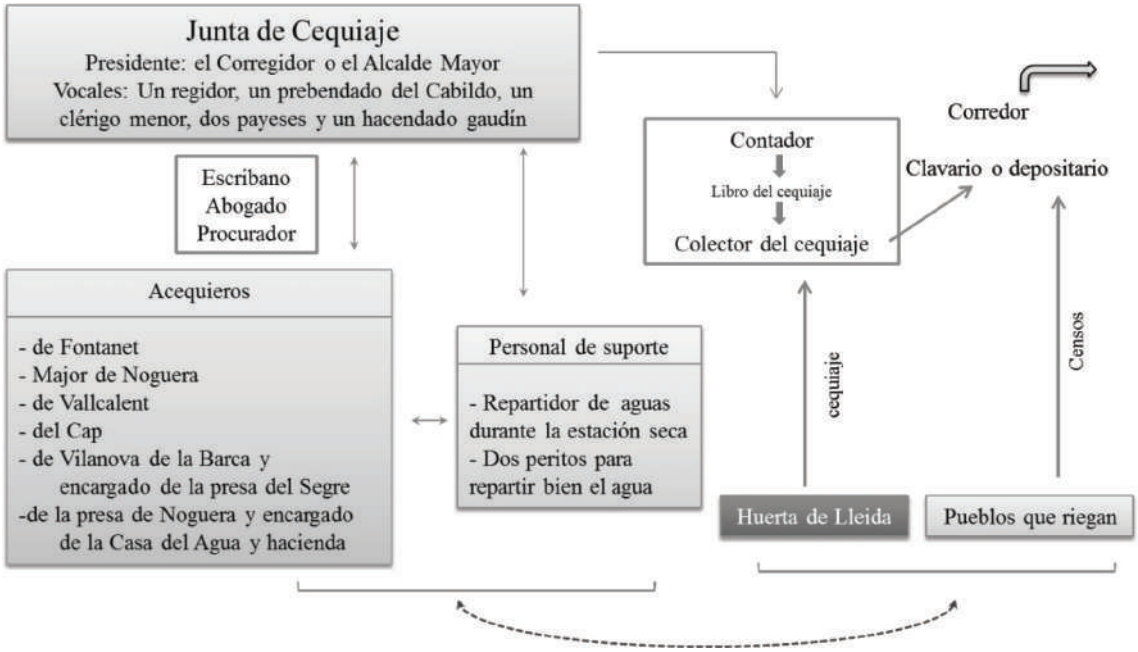
En el artículo LIII de las ordenanzas se establecía la posibilidad de establecer un acequiero para Almenar y zonas aguas arriba —principalmente Alfarràs— "siempre que se experimente en ellos desvío, o abandono de las aguas, y falta de economía en los riegos, como frecuentemente sucede con mucho daño de las Huertas de dicha Ciudad". Como es evidente, Almenar y Alfarràs a pesar de no pagar cequiajes y haber de realizar la limpieza de sus acequias, estaban de hecho bajo el control de la autoridad central de los riegos en el caso que no cumpliese sus obligaciones o se abusase en el uso de las aguas. Son elementos que permitían un funcionamiento más eficiente.

Las ordenanzas de 1794 incorporaban también la función de un repartidor de agua para los riegos de verano y la contratación de diversas personas ya

> que en las estaciones de Verano, y Estío, son continuos los riegos y los excesos de los Regantes, así en tomar el agua en días prohibidos, como en no cerrar los ojos después de haber regado, resultándole esto incesantes quejas de parte de los posteriores Regantes cuyos excesos no pueden precaver los Acequieros ordinarios porque el dilatado curso de las Acequias impide estar á la vista de todo á fin pues de procurar en dichas Estaciones la mejor distribución de las aguas...[39]

[35] Junta de Cequiaje. 1802: *Real Despacho de Ordenanzas...*
[36] Junta de Cequiaje. 1921: "Ordenanzas dispuestas para el gobierno..."
[37] Hipótesis razonable si se tiene en cuenta, por ejemplo, que la priora de Alguaire, el marqués de Alfarràs y diversas universidades percibían el cequiaje de sus regantes y pagaban a las instituciones de Lleida aquello que, en cada momento, estaba establecido. Por ejemplo, un censo enfitéutico por el riego de las aguas en su territorio.
[38] Teira, 1977, 531-533.
[39] Junta de Cequiaje. 1802: *Real Despacho de Ordenanzas...*, 26.

Figura 2. Organización de la Junta de Cequiaje




Fuente: *Real Despacho de Ordenanzas dispuestas para el gobierno y administración de las acequias de la ciudad de Lérida, sus mondas, limpias, reparos, y otras obras que en ellas se necesiten, disposición de riegos, y recaudo e inversión de las cantidades conque deban contribuir los regantes.* Lleida. Buenaventura Corominas, 1802.

El repartidor de aguas tendrá la función de "distribuir con igualdad los riegos, si alguno lo solicita, satisfaciéndole este su jornal que por medio día será diez sueldos, y por un día entero diez reales". Este reparto igualitario del agua nos remite a planeamientos como los de Arthur Maass sobre la transferencia de agua entre acequias en momentos de escasez[40]. Temas también estudiados para el levante peninsular por Tomàs Peris[41].

En el caso de la huerta de Lleida –más documentado y estudiado- los cequiajes atrasados por coyunturas desfavorables iban siendo ingresos en los años posteriores y no constaba que se estableciesen recargos por estos atrasos[42].

3. Paralelamente y en relación con las funciones citadas básicas y a otras de la institución existía una función de supervisión, ya fuera sobre el pago del cequiaje, la limpieza de la acequia y el orden de los riegos, con penas adecuadas a la gravedad de las infracciones, como hemos visto. A todo ello se añadía la resolución de conflictos, que ya hemos citado, generalmente mediante la opinión de entre dos y seis personas independientes en relación al conflicto planteado. Finalmente, las ordenanzas de 1794 establecían que la junta podía aplicar las penas correspondientes a infracciones, basándose en el Decreto de Nueva Planta de 1716 y en la Real Cédula Instructora de 1718, pudiéndose apelar al corregidor[43]. No será hasta la constitución de la Comunidad Central de Regantes del Canal de Pinyana y Acequia de Fontanet, a partir de su existencia provisional desde 1948 y definitiva desde 1955, que existirá un Jurado de Riegos con unas normas bien establecidas.

4. En los casos en que se haya de reclamar a personas o instituciones relevantes en la sociedad, será la misma Paeria quien se encargará en cuatro eventualidades de las gestiones. Todo ello se entiende en la etapa de las ""Prohomenies"".

5. Las huertas de Segrià y de Fontanet no eran una creación original de los repobladores del siglo XII. Existían unas infraestructuras de riego previas creadas o desarrolladas en la etapa andalusí. Este hecho es fundamental dado que las nuevas instituciones de regadío medievales y modernas se inspirarán en el modelo andalusí, en el cual existía una prioridad de la agricultura en el uso de las aguas, frente al modelo feudal que cuidaba de manera especial el aprovechamiento de los molinos que proporcionaban a las señorías importantes rentas banales por los derechos de molturación.

[40] Maass y Anderson, 2010 [1978].
[41] Peris, 2017.
[42] Vicedo-Rius, 2016, 76.
[43] Junta de Cequiaje. 1802: *Real Despacho de Ordenanzas…*, capítulo 14, 11.

6. Otro ejemplo, ya a finales del siglo XVIII, muestra el número significativo de días que la Paeria no proporcionará aguas a los molinos por diversas razones, entre las cuales tendrá relevancia la escasez, priorizando su uso en los campos[44].

> Otro si sepa el Arrendatario que la Junta se reserva noventa días en los tres años de este Arriendo ya sea para hacer la limpia de las acequias, rompimiento de ellas, o de sus azudes, o porque se suspenda el curso de los molinos por falta de agua, o por cualquier otro fin, o motivo...

Realidades que continuaban prácticas anteriores. Por ejemplo, en el arrendamiento del molino de Alfarràs de 1618 la Paeria se comprometía a aportar cuatro molas de agua

> Exceptat empero lo temps de fer los escombros de dita sequia de la boquera fins per tot lo terme de Alfarras, lo qual temps que duraran de fer dits scombros no sia compres ab dit arrendament perque aquell durant la ciutat predita de Leyda no tindra obligatio ni pora donar aygua a dits molins puix dits escombros no duren més de vynt o vintyquatre dies de fer[45].

En el arrendamiento del molino de Rius de 1628 se estableció

> Item que tota hora y quant sie necessari llevar la Aygua per fer algun adob del molí, que no se pugue fer sens demanar llicentia a la Ciutat, demanada y obtinguda e si lo contrari faran encorregan en pena de seixanta sous per quiscuna vegada faran cessar dita Aygua[46].

En otras palabras, los molineros no podrán parar la circulación del agua para hacer reparaciones sin permiso de la Paeria. Esta es una cláusula que ha de permitir organizar mejor las limitaciones en el riego.

Sin duda que todas las reglamentaciones estudiadas tenían, como exige el modelo de Östrom, una coherencia entre las reglas de apropiación y provisión con las condiciones locales, unos límites claramente definidos, unas sanciones graduadas, resultado de la supervisión realizada a diversos niveles y ya desde etapas claramente pretéritas. Y unos mecanismos para la resolución de conflictos.

## La naturaleza de los conflictos en relación al agua y su impacto en la eficiencia del riego

En el arrendamiento del cequiaje de *forasters* de 1535 se pactó que la Paeria se responsabilizaba de exigir el pago de los cequiajes —hasta en cuatro eventualidades— a "persones obligades a dit sequaitge qui son potents y tenen jurisdiccions, y altres les quals son males de executar"[47].

Esta causa, habitual en este tipo de contratos, evidencia el tipo principal de conflicto que se producirá durante la etapa estudiada, conflicto que guardaba relación con la interpretación que realizaba la Paeria por una parte e instituciones regantes por otra. Josep Lladonosa ha estudiado las relaciones entre la priora de Alguaire, de la orden de San Juan de Jerusalén, señora de la población, y la Paeria, con resultados favorables a esta última[48]. A pesar de diversas sentencias en 1213 y 1381, la Priora de Alguaire rehuía, en lo posible, el control de Lleida, fortalecida por el papel de su orden en la ampliación de la acequia del Segrià. Finalmente, en 1481, Fernando el Católico confirmó el dominio de la Paeria sobre los riegos de Alguaire,

> Jutjam, sentenciam e determinam, ésser perpètuament servador, que com lo regiment de la séquia de Segrià e de tots los braçals de aquella sie a ésser dels Pahers e Consell de la Ciutat e del sequier o regidor de aquella séquia ..., per tant, ni la dita Prioressa e Convent ni'l Comanador d'Alguayre, qui ara és, e per temps serà, ni'ls batlle, pahers e prohòmens del loch de Alguayre, presents e sdevenidors, no se entrometen, ni entrometre se puguen, ni hayen, ni haver proven haure, ni ja més algun dret, poder, ni jurisdicció en lo regiment de dita séquia, ni en lo brassal Sobirà, ni altre que sie en lo dit terme[49].

En el caso de los conflictos con la Universidad de Almenar, dado que disponía de una cesión medieval de las acequias (1151)[50], la Paeria solo consiguió la gestión

[44] Arxiu Municipal de Lleida (AML), Propios, 185, Arrendamiento de los Molinos de Cervià y Vilanoveta, 1792-1794.
[45] AJS, 2-Caixes 0 a 43\Caixa 06\1615_1638\1615_1638.pdf, Libros de la Prohomenia de Noguera, Arrendamineto de los molinos de Alfarràs, 1618, 27v y siguientes, 28r. Apéndice 3 (3.6).
[46] Íbidem, 76v. Apéndice 3 (3.7).
[47] Arrendamiento del cequiaje de "forasters" de Noguera, 1535, Teira, 1977, 524-526.
[48] Lladonosa, 1981.
[49] Lladonosa, 1981, 110-111. Apéndice 3 (3.8).
[50] Forns, 2004.

única del azud de la acequia de Segrià, en la población de Castillonroi, actualmente en la provincia de Huesca (Aragón). En 1329 el Batlle General de Catalunya reconocía a la Paeria como titular del azud ("peixera") de Pinyana (Castillonroi). Una sentencia posterior de la Real Audiencia (1606) aunque reconocía a Almenar la propiedad de la acequia en su espacio, y la posibilidad de modificarla en el mismo, sin dificultar la circulación de la acequia principal hacia los pueblos que siguen, reservaba el azud a la Paeria[51].

El "Resumen del que·s trobe en los Regestres de la Ciutat y Libres de la Séquia de Segrià y altres" realizaba un inventario de todas las actuaciones de las "Prohomenies" entre 1445 y 1688 aproximadamente[52]. Eran algo más de mil referencias que giraban en torno a comunicaciones relativas a recaudación de cequiajes, a obligaciones relativas a los escombros, a realidades diversas en torno a penas por incumplir normativas de riego, a limitaciones en el riego por falta de agua, a la retirada y la vuelta del agua anual, a la destrucción de obras hechas sin permiso de la Paeria[53], en definitiva, una reivindicación práctica de la autoridad de Lleida sobre las acequias.

Las actuaciones tenían un carácter dinámico. Puede desmontarse una acción por carecer de permiso y pocos días después autorizarla. El 9 de septiembre de 1588 se reclamaba a Alfarràs 38 libras, 14 sueldos gastadas "per sa resistència en scombrar la Séquia". En otras palabras, la limpieza fue a cargo de la Paeria ante la dilación en la actuación del pueblo. En ocasiones se establecía un sistema en particular para resolver conflictos. El 6 de septiembre de 1573 se realizaba una concordia entre la Paeria y los *síndics* de Alguaire según la cual cuando hubiese un problema en las acequias del término debían comunicarlo a la Paeria y, si en veintiséis días no se resolvía la cuestión, podían arreglar el problema los de Alguaire. Eso sí, sin hacer obra nueva diferente[54].

Esta conflictividad entre instituciones no parece que haya tenido un impacto sobre la eficiencia del riego. De hecho, da la sensación de una gran preocupación de las "Prohomenies" primero y de la Junta de Cequiaje después en afirmar y reafirmar su control y el desarrollo de todo tipo de mecanismos para vigilar la práctica de los riegos. El tema de la limpieza de las acequias es básico. Esther Boserup atribuye a la falta de limpieza —agravada por situaciones bélicas— la crisis del sistema agrario mesopotámico en la Alta Edad Media que ya, milenios antes de nuestra era, había desarrollado una agricultura de regadío con cosechas múltiples[55].

## El coste del agua para los usuarios

Unas reglas del juego claramente definidas y contrastadas durante generaciones podían ser mejor asumidas si el costo de todo el sistema era bajo para el campesinado, y concretamente para el pequeño campesinado predominante en los riegos del área de Lleida[56]. En las primeras ordenanzas de la Junta de Cequiaje se establecía un cequiaje de un cuartán de trigo (6,1 litros) por jornal (de 0,44 ha), sin duda reducido.

El Real Auto de creación definitiva de la Junta de Cequiaje (1758) establecía un plazo de dos meses para la elaboración de las ordenanzas de riego. El 31 de enero de 1794 el Consejo de Castilla aprobó las ordenanzas de la Junta de Cequiaje, presentadas cuarenta años después de la creación provisional de la institución. Por la documentación estudiada no hay constancia de que ello significara ningún inconveniente en la gestión de los riegos, la limpieza de las acequias y las obras menores o mayores según el caso. Desde el siglo XVI, como mínimo, se habían establecido unas reglas del juego que se prorrogaban en el tiempo, seguramente con algunas rectificaciones, pero sin conflictos a destacar.

> Y por quanto desde su erección, que fue en el año de mil setecientos cincuenta y ocho, este reparto solo ha sido de un quartal de trigo por cada jornal de tierra de riego haviéndose reconocido suficiente para los gastos ordinarios, se continuará el mismo reparto. Y cuando sobrevenga un gasto extraordinario, o imprevisto, de grave importancia, o bien se experimente urgente necesidad de renovar o rehacer los Azudes; para cuyos gastos sea preciso recargar dicho repartimiento en la misma especie, o en dinero, deverá la Junta acudir para el permiso al citado Real Acuerdo de la nuestra Audiencia de Barcelona[57].

Tal vez hubiera sido posible no incluir la obligatoriedad de solicitar permiso para gastos extraordinarios a la Real Audiencia "instruyendo su representación con

[51] Documentación histórica incluida en Junta de Cequiaje. 1921: *Ordenanzas dispuestas…*, XI-XIV.
[52] AJS, Caixa 0, *Cosas de Sequias, 16 – 1ª – N. 3.* "Resumen del ques trobe…".
[53] Por ejemplo, tanto el 25 de agosto de 1622 como el 5 de septiembre de 1624 se destruye un puente hecho por la priora de Alguaire sin autorización.
[54] AJS, Caixa 0, *Cosas de Sequias, 16 – 1ª – N. 3.* "Resumen del ques trobe…", referencia 566, sin paginar.
[55] Boserup, 1990, 215.
[56] Vicedo-Rius, 1991 y 2021.
[57] Junta de Cequiaje. 1802: *Real Despacho de Ordenanzas…*, 13.

relaciones juradas, y cálculos de Peritos, y con Testimonio que acredite el caudal existente, o su defecto". Pero su inclusión es un ejemplo de la supervisión a la que se refería Östrom, que en este caso lleva a la autoridad superior en Cataluña la autorización para aumentar el cequiaje normal de un cuartán de trigo por jornal. Fue esta misma institución la que en 1754 dio la razón a los campesinos de Lleida frente a los abusos de los regidores y ordenó la creación de la Junta de Cequiaje.

En la reedición de las ordenanzas, realizada en 1896, un siglo después, no se modificaba este pago[58]. No será hasta dos décadas después que se actualizaron las ordenanzas. Se destacaba que el pago de un cuartán por jornal era insuficiente y muy reducido para los huertos. Se aprobaba un cequiaje de tres pesetas por jornal y doce pesetas por jornal de huerto (a peseta por "porca")[59]. En total 14 082 jornales de tierra, de los cuales 103,9 son jornales de huerto, que aportaban 43 170,79 pesetas, sin contar con los aprovechamiento no agrarios[60].

Nos interesa considerar el significado del cequiaje en la economía campesina y eso lo medimos en relación a su impacto sobre la cosecha bruta, o neta. Y no tanto sobre el valor de mercado de este cuartán, que sí impactará en la economía de las acequias de riego. En una zona en que solo la tierra de mejor calidad rendía 10 cuarteras por jornal con dos de sembradura, es decir 5 por 1, era más frecuente un rendimiento en regadío el año que se sembraba de 7 cuarteras por jornal, es decir 3,5 por 1[61]. Un cuartán de cequiaje por jornal en tierras que producían 7 cuarteras (84 cuartanes) por jornal equivaldría al 1,19 por ciento; 1,66 por ciento si descontamos la simiente y calculamos sobre 5 cuarteras (60 cuartanes). Estamos ante un cequiaje relativamente bajo, asumible en condiciones normales.

Pero, ¿qué sucedía en siglos anteriores? El arrendamiento del cobro del cequiaje "dels forasters" (acequia del Segrià) para los años 1535 y 1536 se establecía a razón de tres dineros por fanegada (*fangada*)[62] en los pueblos de Torrefarrera, Rosselló, Alcanyisser, Alguaire, la Portella, Rufea, les Torres, Montagut y Peu de Mur. Estos tres últimos pagarán solo el año que se siembran, tributando los otros pueblos cada año[63]. Aplicando al Segrià el precio del trigo en Barcelona en 1536, 20,02 sueldos por cuartera[64], los tres dineros pagados por fanegada equivaldrían a 0,75 cuartanes por jornal[65]. Estos cálculos son hipotéticos pero necesarios para extraer alguna conclusión. Estamos ante un cequiaje moderado en los espacios regados fuera de la huerta de Lleida.

Ya en el siglo XVII, el impacto de la guerra de 1640 costó mucho de superar. En 1657 la Paeria estableció en la huerta de Lleida un cequiaje de 8,5 sueldos por jornal; en 1659 de cuatro reales (ocho sueldos) por jornal. Cequiajes que pagaban pocas tierras cultivadas y muy superior a los tres dineros (0,25 sueldos) por fanegada o sea 1,25 sueldos por jornal del cequiaje de los forasteros de 1536. En 1665 se iba entrando en la normalidad en la huerta de Lleida con un cequiaje de un cuartán y medio de trigo por jornal; en 1676 se elevó a dos y en los años 1688 y 1689 se redujo drásticamente a un cuartán por jornal, que se mantuvo en 1692-1695 y aún en 1701. A partir de 1702 se redujo a 0,5 cuartanes por jornal dada la mejora financiera de las finanzas municipales, ya que a la progresiva recuperación del espacio agrario se añadió que desde 1690 pagaban tanto las tierras que se cultivaban como las que permanecían en barbecho. En los primeros momentos el pago de todas las tierras significó enormes cantidades de impagados ["restes"] que, finalmente, se fueron pagando[66]. El sitio de Lleida de 1707 rompió las nuevas perspectivas.

Exceptuando la coyuntura posterior a la guerra de 1640, los cequiajes muy elevados eran poco frecuentes en la huerta de Lleida. Incluso los dos cuartanes por jornal de 1665 representarían un 2,38 por ciento sobre la cosecha bruta, o 3,33 por ciento sobre la cosecha bruta sin la simiente para rendimientos habituales de 7 cuarteras por jornal, porcentajes no despreciables pero inferiores al 5 por ciento que hasta 1750 caracterizaban a las pensiones de los censales en Cataluña.

A lo largo del siglo XVII los pueblos y señoríos citados para 1536 tenían acensadas las aguas y serán universidades o titulares de señoríos quienes establecían el cequiaje como lo hizo la Paeria de Lleida para su huerta, que incluía Rufea, les Torres i Peu de Mur, que tras 1707 se despoblaron y pasaron a ser partidas del término de Lleida.

[58] Junta de Cequiaje. 1896: *Real despacho de ordenanzas...,* Reedición de 1896. Lleida. Imprenta, librería y taller de encuadernaciones de José Pla, 12.
[59] Junta de Cequiaje. 1921: *Ordenanzas dispuestas para el gobierno...*
[60] AJS, Listas Cobratorias, Libro del Cequiaje, 1921.
[61] Este sería el caso de las tierras de regadío de segunda calidad, más habituales. AML, Siglo XVIII, Caja 52, "Insiguiendo las órdenes del Muy Ilustre Sr. Dn. Joseph Patiño...", 13 de juny de 1716, Respuestas Generales.
[62] En el decreto de creación del catastro, de 15 de octubre de 1716, se indica "Lérida. Los lugares de este veguerío usan dos distintas medidas, una es de jornal de 60 canas o 120 pasos de largo y 30 canas o 60 pasos de ancho; y otra es de fangada de las quales hacen cinco un jornal". Sobrequés, 1976, 120.
[63] Teira, 1977, 524.
[64] Con base en los registros de la catedral de la ciudad, en 1536 el precio medio anual sería de 21,20 sueldos por cuartera según Emili Giralt o 18,83 según Gaspar Feliu, un promedio de 20,02. Feliu, 1991, 37.
[65] Un jornal equivale a cinco fanegas y un sueldo a doce dineros.
[66] Vicedo-Rius, 2016, 76.

## La participación de los regantes en la gestión de las instituciones de riego

Los criterios 3 y 7 de Östrom para una gestión adecuada de los recursos de uso común consideran, respectivamente, que la mayoría de los individuos afectados por las reglas operativas pueden participar en su modificación y un reconocimiento mínimo de derechos de organización.

De hecho, para la etapa de las "Prohomenies" solo cabe plantear una hipótesis en el sentido que los miembros de la de Segrià y de la de Fontanet debían ser seguramente propietarios de la huerta de Lleida. El privilegio de Pere IV (1386) reducía a cincuenta el número de *consellers* de la Paeria elegidos anualmente por insaculación. Quince a partir de treinta candidatos por cada brazo y cinco representantes de los gremios y oficios. A partir de estos cincuenta *consellers* se formaban las "Prohomenies"[67].

Durante la primera etapa borbónica los riegos estuvieron en manos de dos regidores que seguramente se debieron dejar influir poco por los regantes. De ahí el conflicto que estos presentaron y ganaron en la Real Audiencia primero y Consejo de Castilla después. Hubo participación campesina no reglada, informal.

Este conflicto giraba en torno de la gestión de los riegos y de los bienes de propios. La sentencia de 1758 exigía la creación no tan solo de la Junta de Cequiaje sino también de la Junta de Propios, exigiendo a los regidores devolver las tierras que ellos y sus conocidos se habían atribuido en contra de los intereses del campesinado en general. Esta sentencia establecía que solo se puede ceder tierras de propios a payeses que dispongan de ganado de tiro y hasta doce jornales de tierra[68]. Entre 1754 y 1761 sectores campesinos más bien situados se habían endeudado para litigar en la Real Audiencia por un importe de 15 776 libras, contando las pensiones de censal atrasadas[69]. Los acreedores eran, principalmente, el cabildo de la catedral y diversas cofradías y comunidades eclesiásticas. Será la Concordia de General Pacificación de 1772, aprobada por el Consejo de Castilla, quien aprobó destinar el arrendamiento de bienes de propios de sotos y secanos a la cancelación de dicha deuda[70]. Y, cancelada, los beneficios irían a manos del ayuntamiento.

Pensemos que este endeudamiento era una cifra enorme, si tenemos en cuenta que los ingresos totales de la Junta de Cequiaje (cequiaje de la huerta de Lleida más censos de los pueblos y señoríos regantes) para el período 1737-45 fueron de 17 123,95 libras, mientras los gastos fueron de 32 874,90, generándose un déficit de 15 750,95[71]. Interpretamos que si este movimiento campesino de lucha contra los regidores solo se daba a partir de la Nueva Planta y hasta 1754-1758, en la época de las "Prohomenies" los "prohomens" debían "representar" informalmente los intereses de los regantes.

Con la creación de la Junta de Cequiaje en 1754-1758, la Cofradía de Labradores tendrá dos representantes en la Junta, al lado de un regidor, un prebendado de la catedral, un miembro del clero menor y bajo la presidencia del gobernador o su alcalde mayor. En esta cofradía estaba representada buena parte de los payeses de Lleida[72].

Disponemos de las actas de la cofradía para el período 1753-1853. Por sorprendente que pueda parecer, solo se discutía sobre la elección de las directivas de la institución y se elegía a los dos miembros de la Junta de Cequiaje. El análisis de los miembros de las dos candidaturas presentadas, en 21 de octubre de 1781, para elegir los veinticuatro compromisarios que habían de elegir a los dos miembros de la cofradía a la Junta de Cequiaje, evidenciaba que tenían casa, tierra y a menudo mulas, y que en general serían propietarios medianos[73]. Personas que defendían adecuadamente los intereses campesinos, habiendo unos pocos que figuraban en las dos listas.

En los cien años de actas no había temas agronómicos, ni sobre gestión de los riegos. Lo que sí merecía una atención era el intento de creación, a partir del 11 de noviembre de 1850, de un Banco de Labradores, que no se concretará en la práctica[74]. En otras palabras, no parece una hipótesis descabellada que el funcionamiento de los riegos, las normas relativas a cequiajes, limpieza de las acequias y turnos de riego no eran temas conflictivos, que sí debían adaptarse a posibles cambios en la realidad, pero sin grandes conflictos[75]. El funcionamiento del sistema debía ser así también en las huertas de los pueblos regantes.

[67] Gras, 1897, 73-75.
[68] *Sentencia dada por el Real y Supremo Consejo de Castilla…*, 2.
[69] AML, 913, Pliego suelto, "Estado de los créditos con que se halla alcanzada la Cofradía de los Labradores de la Ciudad de Lérida, y con ella los vecinos de la misma ciudad, por las costas sufridas en seguimiento de las causas comunales…".
[70] AML, Segle XVIII, Caja 21. Una copia de la concordia se puede consultar en Arxiu de la Biblioteca de Catalunya (ABC), 1174, Manuscrits,
[71] AML, Caixa 21, Pliego Sequiatge, "Tanteo del producto de Sequiage de la huerta de Lérida…".
[72] En la reunión de 15 de julio de 1753 asistieron entre 360 y más de setecientos campesinos, dependiendo de la fuente utilizada. Vicedo-Rius, 2017, 106.
[73] Vicedo-Rius, 2017, 113-114.
[74] Vicedo-Rius, 1999, 210-211.
[75] AML, 1364, *Llibre de la Confraria dels Llauradors*, 1753-1853.

No será hasta mediados del siglo XX que, con la creación de la Comunidad General de Regantes del canal de Pinyana y acequia de Fontanet, se elegirán los representantes de las diversas comunidades. Y se establecerá un tribunal de riegos[76]. En otras zonas de la Catalunya Occidental el riego con el Canal de Urgel desde principios de la década de 1860[77] se organizó con base en sindicatos particulares que incluían diversos pueblos y términos y un sindicato general. Hubo, en este nuevo canal, una fuerte participación del campesinado, planteando importantes reivindicaciones y conflictos[78].

## Conclusiones

Con base en las fuentes y estudios disponibles podemos concluir que la gestión del agua y de las acequias de riego en la comarca del Segrià a través de las acequias de Segrià y Fontanet tuvo un desarrollo que se caracterizó por:

1. Descentralización de la gestión ya sea a través de concesiones enfitéuticas a comunes y señorías fuera de la huerta de Lleida y en esta un sistema de acequieros y refuerzos para garantizar una equidad en la distribución de las aguas.
2. Preeminencia de instituciones especializadas en el riego, ya fueran "Prohomenies" ya fuera la Junta de Cequiaje, con excepción del período 1707-1754. Las ordenanzas del riego, relativas a la limpieza y a la distribución de las aguas, se fueron desarrollando conforme las acequias andalusíes se ampliaban y eran compradas por la Paeria de Lleida.
3. Los conflictos principales se dieron, principalmente entre la Paeria y Almenar y la Priora de Alguaire, en relación a quien controlaba las aguas, sin que esto significara mal funcionamiento de los riegos. Tanto la realización de los escombros como la distribución del agua y el pago del cequiaje se realizarán bajo una estricta contratación y normas que permitían la obtención de una eficiencia en el riego. Unas cláusulas estrictas y detalladas reducían la posibilidad de pactos informales, existiendo sistemas concretos de resolución de conflictos, entre el municipio y arrendatarios y regantes.
4. Los datos disponibles avalan la idea de que el cequiaje a pagar por los regantes era reducido y se adaptaba a las coyunturas económicas e históricas. Ello debía significar que el campesino intentaba, en la medida de lo posible, pagar al día y, en caso contrario, acabar pagando los cequiajes. La reducida conflictividad entre los regantes y las instituciones —excepto el período de autoritarismo de regidores borbónicos entre 1707 y 1754— evidenciaba que el sistema de tercios para elegir a los posibles miembros de las "Prohomenies" y las votaciones de la Cofradía de Labradores a partir de 1754 eran sistemas suficientemente representativos de los intereses campesinos.
5. El caso estudiado confirma que los recursos de uso colectivo pueden funcionar adecuadamente si se cumple, como es el caso, los criterios propuestos por Elinor Östrom frente a los problemas planteados por Garrett Hardin. Ello no significa, como hemos visto, que no hubiera algunas infracciones por parte de los campesinos, pero con elementos correctores clave para la eficiencia de los riegos. Eficiencia que garantizaba una gestión con un coste más reducido y un cequiaje bajo si lo comparamos con el noveno que se pagará a partir de la década de 1860 por regar con el Canal de Urgell.

[76] Comunidad Central de Regantes del Canal de Piñana y Acequia de Fontanet. 1949: *Proyecto de ordenanzas...*
[77] Ramon, 2004.
[78] Vicedo-Rius, 2021.

## Fuentes

### Arxiu de la Biblioteca de Catalunya (ABC)

1174, Manuscrits, "Concorida de General Pacificación, 1772".

### Arxiu de la Junta de Sequiatge (AJS)

Libros de las "Prohomenies". AJS, 2-Caixes 0 a 43\ Caixa 03\ 1519_1553\ 1519_1553.pdf;\ 1553_1562\ 1553_1562.pdf; 1562_1579\1562_1579.pdf; Caixa 04\ 1444_1459\ 1444_1459.pdf; \1470_1517\1470_1517.pdf;\1476|1476.pdf;Caixa05\1580_1604\1580_1604.pdf; \ 1615_1642\1615_1642.pdf; \1626\1626.pdf; Caixa 06\1615_1638\ 1615_1638.pdf; 1665\1665.pdf; \1676\1676.pdf; \1685_1725\1685_1725.pdf.

2- Caixes 0 a 43\Caixa 26\1769|1769.pdf., *Llibre de sequiatge* de 1769.

Pdf_2015, Documents,Actes 1754-1755, *Registro de la Junta y Administración del Sequiage, 1754*. 1754-1755.pdf

Caixa 0, *Cosas de Sequias, 16 – 1ª – N. 3.* "Resumen del ques trobe en los Regestres de la Ciutat y Libres de la

Sequia de Segria y altres, en justificació del domini, Jurisdicció, y Regiment de dita Sequia, que te la Ciutat de Leyda, specialment en lo terme de Alguayre. Y tot lo que condueix a les quatre Parades que los de Alguayre pretenen tenir en dita Sequia, y altres coses convenients".

AJS, Pdf_2015, *Papers Fontanet, Fontanet fins a 1799*, *Ordinacions Fontanet 1554*.pdf.

### Arxiu Municipal de Lleida (AML)

1364, Llibre de la Confraria dels Llauradors, 1753-1853.

Caixa 21, Pliego Sequiatge, "Tanteo del producto de Sequiage de la huerta de Lérida y lugares vecinos; y del gasto hecho en las presas, y asequias de esta huerta, sacado de los Libros de Quentas de el Común por los nueve años precedentes a éste".

Registro 913, Pliego suelto, "Estado de los créditos con que se halla alcanzada la Cofradía de los Labradores de la Ciudad de Lérida, y con ella los vecinos de la misma ciudad, por las costas sufridas en seguimiento de las causas comunales...".

Siglo XVIII, Caja 52, "Insiguiendo las órdenes del Muy Ilustre Sr. Dn. Joseph Patiño...", 13 de juny de 1716, Respuestas Generales.

Propios, 185, Arrendamiento de los Molinos de Cervià y Vilanoveta, 1792-1794.

### Documentación publicada

Comunidad Central de Regantes del Canal de Piñana y Acequia de Fontanet. 1949: Proyecto de ordenanzas. Lleida.

Consejo de Castilla. 1758: *Sentencia dada por el Real y Supremo Consejo de Castilla en la sala primera de govierno, en el pleyto de delación instado por los labradores de la Ciudad de Lérida, contra regidores de la misma ciudad*. 20 de julio de 1758. Copia conservada en el Archivo de la Junta de Cequiaje de Lleida. https://patrimoniodigital.ucm.es/s/patrimonio/item/680002#mirador-1

Junta de Cequiaje. 1802: *Real Despacho de Ordenanzas dispuestas para el gobierno y administración de las azequias de la ciudad de Lérida, sus mondas, limpias, reparos, y otras obras que en ellas se necesiten, disposición de riegos, y recaudo e invesión de las cantidades conque deban contribuir los regantes.* Lleida, Buenaventura Corominas.

Junta de Cequiaje. 1921: *Ordenanzas dispuestas para el gobierno y administración del canal de Piñana, acequia de Fontanet y demás acequias derivadas, propiedad de la ciudad de Lérida...", aprobadas por reales ordenes de 27 de febrero de 1918 y 9 de agosto de 1920.* Lleida, Imprenta Mariana.

*Ordenanzas municipales para el régimen de la Ciudad de Lérida,* 1866: Lleida. Establecimiento Tipográfico de D. José Sol.

## Bibliografía

**Barzel, Y.** 1997: *Economic Analysis of Property Rights*. Nueva York, Cambridge University Press.

**Boserup, E.** 1990: "El impacto de la escasez y la abundancia en el desarrollo", en Rotberg, R. I. y Rabb, T. K. (Eds.), *El hambre en la historia*. Madrid (España), Siglo XXI, 205-231.

**Calatayud Giner, S.** 2016: "El Estado y la sociedad ante la regulación del agua. La Ley de 1866", en Calatayud, S., Millán, J. y Romeo Mateo, M. C. (Eds.), *El estado desde la sociedad: espacios de poder en la España del siglo XIX*. Alicante, Publicacions de la Universitat d'Alacant, 299-327.

**Eritja, X.** 2006: "Les séquies andalusines: la séquia de Fontanet", y "Les séquies feudals: la séquia Major o de Pinyana", en Vicedo-Rius, Enric (Dir.), *Els canals de Pinyana i Fontanet. L'aigua com a factor transformador de la regió de Lleida*. Lleida (Cataluña, España), Pagès Editors, 30-33 y 40-44.

**Feliu, G.** 1991: *Precios y salarios en la Cataluña moderna*. Vol. I: *Alimentos*. https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSeriadas/EstudiosHistoriaEconomica/Fic/roja21.pdf

**Forns Bardají, J.** 2004: *Economia i societat en els regs històrics occidentals catalans: Almenar (Segrià) i la seva àrea, segles XIV-XIX*. Barcelona, Publicacions Abadia de Montserrat.

**Gras i d'Esteva, R.** 1897: *Catálogo de los privilegios y documentos originales que se conservan en el archivo reservado de la ciudad de Lérida formado según acuerdo del Excmo. Ayuntamiento Constitucional de la misma por Rafael Gras de Esteva*. Imp. Lleida, Lib. y Encuad. de José Pla.

**Gras i d'Esteva, R.** 1988 [1911]: *La Pahería de Lérida. Organización municipal (1149-1707)*. Lleida, Ajuntament de Lleida.

**Gunder Frank, A.** 1966: "The Development of Underdevelopment". *Monthly Review,* 18 (4), 17-31. https://doi.org/10.14452/MR-018-04-1966-08_3.

**Gunder Frank, A.** 1967: *Capitalismo y subdesarrollo en América Latina*. México, Siglo XXI.

**Hardin, G.** 2015: "La tragedia de los comunes". *Cultura Científica y Tecnológica*, 3, 11-20. https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/624. Original: Hardin, G. 1968: "The Tragedy of the Commons". *Science*, Dec. 13, 1968, New Series, 162, 3859, 1243-1248. https://www.jstor.org/stable/1724745.

**Lladonosa, J.** 1967: "Les crisis històriques", en Vallverdú, J. (Coord.), *Lleida, problema i realitat*. Barcelona (Cataluña, España), Edicions 62, 13-60.

**Lladonosa, J.** 1975: *Història de Lleida*, 2 vols. Tàrrega (Cataluña, España), Camps-Calmet.

**Lladonosa, J.** 1981: *Història de la Vila d'Alguaire i el seu Monestir Santjoanista.* Alguaire (Cataluña, España), Ajuntament.

**Maass, A. y Anderson, R. L.** 2010 [1978]: *Los desiertos reverdecerán. Estudio comparativo de la gestión del riego en el Mediterráneo español y el Oeste norteamericano*. València, Conselleria de Cultura, Generalitat Valenciana.

**Meadows, D.**, Meadows, D., Randers, J. & Behrens III, W. W. 1972: *The limits to growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York (Estados Unidos), A Potomac Associates Book: Universe Books, https://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf

**Monjo, M.** 2016: *Sarraïns d'Aitona, El tresor de la família Montcada. Estudi de l'aljama al segle XV: el treball agrícola, els sistemes hidràulics i les rendes senyorials*, tesis doctoral, Universitat de Lleida, Lleida (España).

**Östrom, E.** 2000: *El Gobierno de los Bienes Comunes: La evolución de las instituciones de acción colectiva*. México, Fondo de Cultura Económica de México.

**Peris Albentosa, T.** 1992: *Regadío, producción y poder en la Ribera del Xúquer. La Acequia Real de Alzira, 1258-1847*. València, Confederación Hidrográfica del Júcar y Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports de la Generalitat Valenciana.

**Peris Albentosa, T.** 2003: *La gestió hidràulica de la séquia d'Escalona (1605-1993)*. Ajuntament de Vilanova de Castelló.

**Peris Albentosa, T.** 2017: "El objetivo de equidad y el criterio de proporcionalidad en las instituciones hidráulicas valencianas (siglos XVI-XIX)", *Investigaciones Geográficas*, 67, 101-121. https://doi.org/10.14198/INGEO2017.67.06

**Ramon, J. M.** 2004: *L'Agricultura de Regadiu a la Catalunya Contemporània: els Canals d'Urgell, 1860-1960*, tesis doctoral, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona (España).

**Sobrequés, J.** 1976: *L'onze de setembre i Catalunya.* Barcelona (Cataluña, España), Editorial Undarius.

**Sol, R. y Torres, M. C.** 1974: *Historia de un canal 1147-1974*. Lleida, Autoedició.

**Teira Vilar, F. J.** 1977: *El Régimen jurídico de aguas en el llano de Lérida: siglos XII a XVIII*. Barcelona, Universidad de Barcelona (Facultad de Derecho. Cátedra de Historia del Derecho Español).

**Vicedo-Rius, E.** 1991: *Les terres de Lleida i el desenvolupament català del set-cents. Producció, propietat i renda*. Barcelona, Crítica.

**Vicedo-Rius, E.** 1999: "Crisis de las solidaridades tradicionales y nuevas formas de asociación y resistencia campesina en la Cataluña occidental (1750-1920)", *Historia Agraria*, 18, 201-223. https://www.historiaagraria.com/FILE/articulos/HA18_vicedo.pdf

**Vicedo-Rius, E.** 2016: "La recuperació agrària a Lleida i la seva àrea, 1670-1706", *Recerques*, 71, 63-98. DOI: http://www.raco.cat/index.php/Recerques/article/view/369040

**Vicedo-Rius, E.** 2017: *Aigua, pagesia i institucions. El Canal de Pinyana*. Lleida, Comunitat General de Regants del Canal de Pinyana-Pagès Editors.

**Vicedo-Rius, E.** 2021: *Història econòmica de Lleida i de la Catalunya occidental. Territori, societat, condicions de vida i canvi històric (1640-1975).* Lleida, Pagès editors.

**Vicedo-Rius, E. y Soldevila, J.** 2015: *Els moviments socials contemporanis. Treball, solidaritat i lluita a les terres de Lleida.* Lleida, Institut d'Estudis Ilerdencs - Pagès editors

## Apéndice 1. Limpieza. Acequia Mayor

*ORDEN QUE DEBE GUARDARSE EN las limpias de las Azequias, los que deben hacerlas, y parte que toca á cada uno.*

CLXII.

*Azequia Mayor del Segriá.*

§ I.

LA Junta de Zequiage tiene á su cargo la limpia de dicha Azequia, desde la Presa, ó Azud de Noguera por todo el término de Piñana, hasta encontrar el término del Lugar de Andani.

§ II.

El Dueño Baronal de este Lugar tiene á su cargo la limpia por todo este término, hasta encontrar el del Lugar de Alfarras.

§ III.

El dueño Baronal de est Lugar debe hacerla por todo este término de Alfarrás, hasta encontrar el término de la Villa de Almenar.

§ IV.

Esta villa debe hacerla por todo su término, hasta el ojo nombrado de Ratera.

§ V.

La Junta de Zequiage debe hacerla desde este ojo, y por los términos de Alguaire, Villanueva, Roselló, y Torreferrera, hasta el ojo nombrado de Gallart, situado en la partida de Marimunt del término y Huerta de Lérida.

§ VI.

Los Terratenientes, Confrontantes con dicha Azequia, deben hacer la limpia cada uno en la parte que confronta desde dicho ojo de Gallart hasta el otro nombrado de Claramunt.

§ VII.

La Junta de Zequiage debe hacerla desde dicho ojo de Claramunt, hasta el otro nombrado de Gostantí, á excepcion de unos doscientos y veinte pasos antes de llegar á este ojo donde está á cargo del Dueño de los Molinos llamados de Queraltó.

§ VIII.

Los Terratenientes confinantes deben hacerla cada uno en la parte confrontante desde dicho ojo de Gostantí al ojo llamado de Sapies.

§ IX.

La Junta de Zequiage debe hacerla desde este ojo de Sapies, hasta el otro llamado de Vellera, en la sobredicha partida de Marimunt.

§ X.

El Dueño del Molino llamado de Gualda, debe hacerla desde este ojo de Vellera, hasta el parage donde se unen las aguas de dicho Molino, ó de sus dos Azequias.

§ XI.

La Junta de Zequiage debe hacerla desde este punto de union, hasta la pequeña pala nombrada de Curriá en el Puente de Moncada.

§ XII.

Los Terratenientes Confrontantes deben hacerla desde esta pequeña pala, hasta el ojo nombrado de Miguel Roig en la partida del Bobár.

§ XIII.

La Junta debe hacerla desde este ojo de Roig, hasta el pequeño ojo de las tierras de Don Antonio Queraltó.

§ XIV.

Este, ó qualquiera que sea el Dueño de estas tierras, debe hacer la limpia en toda la confrontacion de esta heredad hasta el último ojo que se halla en ella.

§ XV.

La Junta de Zequiage debe hacerla desde este último ojo, hasta el otro nombrado de Rafael Estivill baxo la pala de Gardeny.

## Apéndice 2. Orden en el riego. Acequia del medio

CLXVII.

*Azequia del medio.*

§ I.

ESTá prohibido el riego de esta Azequia bajo la pena de tres libras, en los Sabados y Domingos, á todos los que tienen tierras desde el camino Real de Monzon, hasta la Boquera de dicha Azequia exceptuada la pala llamada de Cantalvella.

§ II.

Los Regantes por esta pala desde el primer partidor, hasta la Azequia de la misma pala, quedan privados del riego en los Miércoles bajo la pena de tres libras para poder regar los Terratenientes posteriores hasta el partidor llamado de la Gallarda. Y de este partidor hasta la Azequia de dicha pala, está privado el riego bajo la misma pena de tres libras en los Sabados, y Domingos.

§ III.

Los Regantes de la pala llamada del Sas que riegan sus tierras desde los primeros partidores, hasta la Azequia de dicha pala, quedan privados del riego todos los Sabados, y Domingos, bajo la pena de tres libras para que puedan regar los posteriores Terratenientes.

§ IV.

Los Terratenientes de la Partida de Malgobern que poseen las tierras de la Casa de San Just, pueden hacer parada con asistencia del Zequiero con tablas, y ropa en la Azequia del medio, y en el parage nombrado la parada de Engallinet, desde el amanecer del Sol del dia Sabado hasta la misma hora del Domingo inmediato, bajo la pena de veinte y cinco libras si exceden este término.

Junta de Cequiaje. 1802: *Real Despacho de Ordenanzas...*

## Apéndice 3

Por si puede ser de utilidad, reproducimos una traducción en castellano actual de los textos incluidos en el estudio en catalán prenormativo.

3.1. Ítem, quieren dichos *Pahers y prohomens* que si cuestión o cuestiones, duda o dudas, se generaban en este arrendamiento, que dicho arrendador siga lo que declaren y determinen los *Pahers* y cuatro *prohomens* elegidos por ellos, no sospechosos.

3.2. Ítem, es acordado que si cuestión o cuestiones, duda o dudas, se producen entre la Ciudad y el arrendador, y entre el arrendador y quienes están obligados al cequiaje, siendo conocedores de ello los señores *Pahers*, con cuatro o seis *prohomens* —que no sean sopechosos a ninguna de las partes—, declaren lo que se haya de seguir; puestos a parte toda apelación y recurso, a los cuales como jueces competentes prorrogan la jurisdicción.

3.3. Ítem, que si en los presentes capítulos o cualquiera de ellos surge alguna duda o dudas que exijan interpretación o declaración, que dicha interpretación o declaración hayan de hacer los señores *pahers* quienes ahora son o por tiempo serán, con cuatro *prohomens* regidores por las dos partes igualmente, la declaración o interpretación de los cuales haya de ser observada por las partes bajo pena...

3.4. Ítem, que si de la presente capitulación resultase alguna duda deba ser declarada y decidida por cuatro *prohomens* de la misma acequia , elegidos por los señores *Pahers*, la determinación de los cuales se haya de seguir.

3.5. Exacción de las sanciones de dicha acequia. Primeramente que toda sanción que sea impuesta, será llevada y juzgada por los señores *Pahers* con cuatro *prohomens* en el período de veinte días después de ser aportada, y si la parte condenada se siente agraviada se podrá apelar en la misma *Prohomenia*, y si en dicho período de veinte días no juzgan dicha sanción, la hayan de pagar los *Pahers* de su propio dinero tanto la parte tocante a la Ciudad como la del acusador, sin tener exención.

3.6. Con exepción del tiempo de hacer los escombros de dicha acequìa desde la boquera hasta todo el término de Alfarràs, cuyo tiempo de realizar los escombros no está comprendido en el arrendamiento, no estando obligada ni podrá la ciudad de Lleida dar agua a dichos molinos ya que dichos escombros no tardan más de veinte o veinticuatro días.

3.7. Ítem, que siempre que sea necesario quitar el agua para realizar alguna obra en el molino, no se podrá hacer sin soliciar permiso a la Ciudad, pedido y obtenido, y si se realizase lo contrario incurrirán en una pena de sesenta sueldos por cada ocasión que corten el agua.

3.8. Juzgamos, sentenciamos y determinamos que, siendo perpetuamente conservadores, como el gobierno de la acequia de Segrià y de todos los brazales de aquella es de los *Pahers y Consell* de la Ciudad y del acequiero o regidor de aquella acequia... por tanto, ni dichas Priora y Convento ni el Comendador de Alguaire que ahora es, y por tiempo será, ni el *batlle, pahers e prohomens* del lugar de Alguaire, presentes y futuros, no se entrometan ni entrometerse puedan, ni tengan, ni intenten tener, ningún derecho más, ni poder, ni jurisdicción en el gobierno de dicha acequia, en el brazal Sobirà, ni otro que esté en dicho término.

Miscelánea

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# Captação e uso das águas subterrâneas em Mossoró-RN, Brasil

## *Capture and use of groundwater in Mossoró-RN, Brazil*

**Anderson Mikael de Souza Silva**
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Mossoró–RN, Brasil
andersonsouza@alu.uern.br
ORCID: 0000-0002-4919-5369

**Filipe da Silva Peixoto**
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Mossoró–RN, Brasil
felipepeixoto@uern.br
ORCID: 0000-0001-5409-3001

**Información del artículo**
**Recibido:** 20/04/2022
**Revisado:** 19/06/2023
**Aceptado:** 15/08/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.7084

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMO**

Inserida no semiárido do Nordeste brasileiro, a cidade de Mossoró depende da água subterrânea para seu abastecimento. Existem, no entanto, formas espaciais de objetos (poços) por meio das quais é possível compreender essa evolução e os cenários atual e futuro. Neste trabalho foi realizada uma análise da captação e uso das águas subterrâneas na área urbana do município de Mossoró a partir de dados fornecidos pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), e pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), além do trabalho de campo. Por muitos anos, a demanda interna foi suprida por meio de poços rasos próximos aos leitos dos rios e aquíferos livres. Com a implantação dos sistemas de abastecimento, muitos poços rasos foram desativados e poços com profundidades superiores a 400 m foram construídos para abastecer a cidade, no entanto, ainda existem poços rasos remanescentes em zonas periféricas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidrogeologia, Águas Subterrâneas, Poços, Abastecimento de Água.

**ABSTRACT**

Inserted in the Brazilian Northeast's semi-arid region, Mossoró depends on groundwater for water supply. There are, however, spatial forms of objects (wells) through which it is possible to understand this evolution and the current and future scenarios. In this work, an analysis of the wells and use of groundwater in the urban area of the municipality of Mossoró was carried out based on data provided by the *Sistema de Informações de Águas Subterrâneas* (SIAGAS), and by the *Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte* (CAERN), in addition to fieldwork. Domestic demand was met through shallow wells close to riverbeds and free aquifers for many years. With the implementation of supply systems, many shallow wells were deactivated and wells deeper than 400 m were built to supply the city, however, there are still shallow wells remaining meanly in peripheral areas.

**KEYWORDS:** Hydrogeology, Groundwater, Wells, Water Supply.

## Captación y aprovechamiento de aguas subterráneas en Mossoró-RN, Brasil

**RESUMEN**

Insertada en la región semiárida del Nordeste de Brasil, la ciudad de Mossoró depende del agua subterránea. Existen, sin embargo, formas espaciales de objetos (pozos) a través de las cuales se hace posible comprender esta evolución y el escenario actual y futuro. En este trabajo, se realizó un análisis de la captación y uso de aguas subterráneas en el área urbana del municipio de Mossoró utilizando datos proporcionados por el SIAGAS, y por la CAERN, además de la investigación de campo. Durante muchos años, la demanda interna se abasteció a través de pozos poco profundos cercanos a los cauces de los ríos y acuíferos libres. Con la implementación de los sistemas de abastecimiento se desactivaron muchos pozos someros y se construyeron pozos tubulares con profundidades superiores a los 400 m, sin embargo, aún quedan pozos, principalmente en la zona periférica analizada.

**PALABRAS CLAVE:** Hidrogeología, Agua Subterránea, Pozos, Abastecimiento de Agua.

## Collecte et utilisation des eaux souterraines à Mossoró-RN, Brésil

**RÉSUMÉ**

Situé dans la région semi-aride du nord-est du Brésil, Mossoró dépend des eaux souterraines. Cependant, il existe des formes spatiales d'objets (puits) à travers lesquelles il devient possible de comprendre cette évolution et la situation actuelle et future. Dans ce travail, une analyse du captage et de l'utilisation des eaux souterraines dans la zone urbaine de la municipalité de Mossoró a été réalisée à l'aide des données fournies par le SIAGAS et le CAERN, ainsi que par des recherches sur le terrain. Pendant de nombreuses années, la demande intérieure a été satisfaite par des puits peu profonds à proximité des rivières et des aquifères à ciel ouvert. Après l'installation du réseau d'alimentation, de nombreux puits peu profonds ont été désactivés et des puits de plus de 400 m de profondeur ont été construits pour alimenter la ville, mais des puits peu profonds de type manuel subsistent, principalement en périphérie.

**MOTS-CLÉ:** Hydrogéologie, Eaux Souterraines, Puits, Approvisionnement en Eau.

## Raccolta e utilizzo dell'acqua sotterranea a Mossoró-RN, Brasile

**SOMMARIO**

Inserito nella regione semi-arida del nord-est brasiliano, Mossoró dipende dalle acque sotterranee per l'approvvigionamento idrico. Esistono, tuttavia, forme spaziali di oggetti (pozzi) attraverso i quali è possibile comprendere questa evoluzione e gli scenari attuali e futuri. In questo lavoro è stata effettuata un'analisi dei pozzi e dell'uso delle acque sotterranee nell'area urbana del comune di Mossoró sulla base dei dati forniti dal Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) e dalla Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), oltre al lavoro sul campo. La domanda interna è stata soddisfatta per molti anni attraverso pozzi poco profondi vicino al letto dei fiumi e falde acquifere libere. Con l'implementazione dei sistemi di approvvigionamento, molti pozzi poco profondi sono stati disattivati e sono stati costruiti pozzi più profondi di 400 m per rifornire la città, tuttavia, ci sono ancora pozzi poco profondi che rimangono mediamente nelle aree periferiche.

**PAROLE CHIAVE:** Idrogeologia, Acque Sotterranee, Pozzi, Fornitura d'Acqua.

## Introdução

No Brasil, até a década de 2010, não havia um controle efetivo do uso das águas subterrâneas, em consequência do grande número de poços irregulares, provavelmente pela falta de fiscalização e pela grande dimensão territorial do país[1]. Dados de 2021 demonstram a manutenção desse quadro, ao apontar que 88 % dos poços ativos são ilegais no país[2]. Esse cenário está relacionado ao contexto nacional de 35 milhões de pessoas sem acesso à água encanada em 2019, essas pessoas se abastecem por meio de poços ou fontes que não aparecem nas estatísticas[3]. De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico[4] (ANA), em 2020, considerando-se o total dos municípios brasileiros, 43 % eram abastecidos exclusivamente por mananciais superficiais, 40 % por águas subterrâneas e 17 % pelos dois tipos (abastecimento misto).

Especificamente em relação à captação de águas subterrâneas, essa forma é comumente realizada através de poços, que variam quanto à sua forma de construção, ao diâmetro, ao revestimento e à profundidade. Assim, poço é "um sistema geralmente vertical, feito pelo homem, que tem ação em subsuperfície, usado para a captação, recarga ou observação das águas subterrâneas através de mecanismos artificiais ou naturais"[5]. A cidade de Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte, em 2022 foi abastecida em sua maior parte por águas subterrâneas captadas via poços tubulares profundos, operados pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), empresa estatal de capital aberto pertencente ao Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Apesar da importância desse recurso no contexto do abastecimento urbano, não há controle efetivo sobre a quantidade de poços, usos, tipos de captação e estado operacional. Assim sendo, muitos foram desativados ao longo do tempo, mas sem um controle sanitário correto, o que pode transformá-los em meios de transporte de contaminantes para as águas subterrâneas rasas ou profundas.

De acordo com os dados do Sistema de Informação sobre Águas Subterrâneas (SIAGAS), operacionalizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), existem diversos poços na zona urbana de Mossoró, no entanto não há dados ou informações sobre o atual estado desses sistemas de captações. Ou seja, não existe um controle por parte dos responsáveis, que são a prefeitura de Mossoró, e o governo do estado. A CPRM através do SIAGAS vem realizando um esforço para cadastrar e disponibilizar os dados dos poços no Brasil, contudo, devido o extenso território brasileiro e ao pequeno número de pessoas realizando esse trabalho, essa ação não vem sendo suficiente. Em Mossoró, por exemplo, as fichas com informações sobre o estado operacional de poços mais recentes datam do início dos anos 2000, isto é, são cerca de 20 anos sem atualizações no SIAGAS.

É fundamental compreender a situação dos poços em Mossoró, incluindo o levantamento, cadastro e análise das obras de captação de água subterrânea. Isso permitirá entender a exploração e uso das águas subterrâneas, bem como a relação da sociedade local com esse recurso estratégico em uma região semiárida. Respostas para questionamentos, tais como: usos destinados, qualidade da água, aquíferos explorados e número de poços operantes são essenciais para entender a evolução do uso da água subterrânea, avaliar o panorama atual e projetar cenários futuros de abastecimento.

Além disso, o desenvolvimento do espaço urbano de Mossoró se dá de forma desigual ao longo dos anos, sendo algumas áreas priorizadas em detrimentos de outras. Em 2018 um trabalho realizado aplicando o índice de saneamento ambiental para a área urbana de Mossoró, verificou que "o abastecimento de água atende quase 100 % da área urbana, contudo há domicílios sem acesso ao abastecimento, seja por condição física da infraestrutura, renda insuficiente"[6], esses casos se concentram em áreas mais periféricas e de baixa renda.

O fornecimento de água em Mossoró demonstra que para o ano de 2022 o atendimento domiciliar corresponde à 98 %. No entanto, inicialmente priorizou as áreas centrais e posteriormente se expandiu para os bairros periurbanos, conforme observado no estudo realizado por Queiroz[7]. Peixoto, Oliveira e Santos[8] observaram essa tendência de segregação socioespacial para a maioria dos bairros periféricos, também, quanto a instalação de infraestrutura para coleta de esgoto doméstico.

Entre essas e outras nuances do espaço urbano mossoroense, no presente estudo buscou-se apresentar uma caracterização da captação das águas subterrâneas e seus devidos usos na zona urbana de Mossoró,

[1] Feitosa et al., 2008, 22.
[2] Conicelli et al., 2021.
[3] Hirata et al., 2019.
[4] ANA, 2021, 33.
[5] Vasconcelos, 2015, 9.
[6] Peixoto et al. 2018, 21-34.
[7] Queiroz, 2012, 38.
[8] Peixoto; Oliveira; Santos, 2021.

tomando-se como área amostral da pesquisa trechos urbanos localizados na área central e outro na área periférica, visando uma análise comparativa. Assim, pretende-se que nesta investigação haja uma contribuição ao entendimento do papel que as águas subterrâneas, como fonte de abastecimento, exercem na construção do espaço urbano e desenvolvimento de Mossoró.

## O Contexto Mossoroense: Aspectos Socioambientais

Mossoró é um município localizado na mesorregião Oeste Potiguar do estado do Rio Grande do Norte. Está inserido no Bioma Caatinga, ocupando uma área territorial de 2.099,334 km² com população estimada em 300.618 habitantes no ano de 2020[9]. Em 2010, o município contava com população total de 259.886 habitantes, dos quais, 237.281 (91,31 %) eram residentes da zona urbana[10]. A notável característica urbana do município consiste em seu perímetro urbano, que abrange uma extensão de aproximadamente 101,42 Km².

O estudo realizado por Mendonça e Danni-Oliveira[11] classifica o clima de Mossoró como tropical-equatorial com sete a oito meses secos. Apresentando uma regularidade térmica com temperaturas altas e uma variabilidade na pluviometria, com o maior volume de chuvas concentradas no verão/outono sendo os meses de março e abril os mais chuvosos e o inverno/primavera menos chuvosos. No trabalho de Rocha[12] o município apresentou média pluviométrica anual entre 680,20 mm e 781,84 mm, e temperatura média anual por volta de 27,4 °C. A média das temperaturas máximas anuais é de 33,7 °C e umidade relativa do ar em torno de 70 %. Mossoró apresenta evaporação superior a 2000 mm/ano decorrente das altas temperaturas e taxas de incidência solar.

A vegetação predominante e mais característica da área é a caatinga arbustiva aberta, compostas por plantas hiperxerófilas como cactáceas e plantas de baixo porte. Há, ainda, considerável presença de espécime invasora, especialmente a algaroba ou *Prosopis juliflora*, que colonizou, principalmente áreas do vale do Rio Apodi-Mossoró, substituindo em parte vários espécimes ripários endêmicos.

Localizado na província geológica da Borborema, o território do município se insere no contexto geológico-geomorfológico da bacia potiguar, cuja Formação Jandaíra, Formação Barreiras e Depósitos Aluvionares e Depósitos Fluviomarinhos se encontram aflorante[13]. No município de Mossoró, essa litologia manifesta-se através de superfícies levemente aplainadas, cujos relevos são condicionados por altos estruturais, os quais são compostos por depósitos aluvionares. Além disso, na parte nordeste do município, encontra-se uma área de planície fluvial na qual estão presentes depósitos fluviomarinhos, os quais representam sedimentos da planície fluviomarinha[14].

A hidrogeologia da região é constituída pelo Sistema Aquífero Apodi (SAA), que engloba principalmente os aquíferos Jandaíra e Açu. Além disso, os aquíferos Barreiras e Aluviões são sobrepostos à área do SAA[15]. Entre os aquíferos Jandaíra e Açu, existe uma camada semipermeável conhecida como aquítardo quebradas, que atua como uma camada superior delimitante do aquífero Açu. Essa configuração confinante do aquífero Açu resulta na presença de poços artesianos jorrantes[16]. O Aquífero Jandaíra está localizado no topo da Bacia Potiguar, e em certas áreas, é sobreposto pelas formações Barreiras e Aluviões. Ele é classificado como um aquífero livre em sua área de afloramento e possui características cárstica-fissurais, sendo de grande importância para o abastecimento da agricultura irrigada e para o suprimento de água para animais[17].

O Aquífero Açu é uma unidade hidrogeológica de elevada importância para o Rio Grande do Norte sendo utilizada para o abastecimento urbano da cidade de Mossoró pela CAERN. Constitui-se como um aquífero livre na sua área de afloramento na borda sua da Bacia Potiguar adquirindo as características de aquífero semiconfinado e confinado à medida que avança para o Norte, onde se localiza a cidade de Mossoró. Suas águas são de boa qualidade, indicadas para abastecimento doméstico e com características termais[18].

O Aquífero Barreiras ocorre sobreposto aos calcários da formação Jandaíra localizado na porção mais ao norte e a leste na Bacia Potiguar. É caracterizado como um aquífero livre em sua área de afloramento. As Aluviões encontram-se associadas ao leito dos rios e são formados principalmente por areia, cascalho, silte e argila, depositados em resposta as condições de equilíbrio hidrodinâmico do sistema água-sedimentos dos

[9] IBGE, 2020, online.
[10] IBGE, 2010, online.
[11] Mendonça; Danni-Oliveira, 2007, 206.
[12] Rocha, 2018, 37-52.
[13] Beltrão et al., 2005, 4.
[14] Rodrigues, 2019, 1-14.
[15] Manoel Filho, 2010, 22-53.
[16] Peixoto et al., 2021, 299.
[17] Miranda, 2011, 27.
[18] Miranda, 2011, 27.

rios principais da Bacia. É um aquífero aflorante e sua recarga ocorre através das precipitações e pelo próprio comportamento influente dos rios em suas cheias[19].

A localização da área de estudo (Mapa 1) compreende nove bairros da cidade de Mossoró, são eles: Centro, Ilha de Santa Luzia, Doze Anos, Boa Vista, Alto da Conceição, Belo Horizonte, Lagoa do Mato e Aeroporto, situados em uma zona geograficamente central da cidade, aqui denominada de Setor 1, áreas com abastecimento de água mais consolidado; e o bairro Dom Jaime Câmara, localizado na parte leste, constitui o Setor 2, que está em uma área periférica, a qual abrange um bairro cuja ocupação remonta meados da década de 1980, portanto, mais recente em termos de estabelecimento.

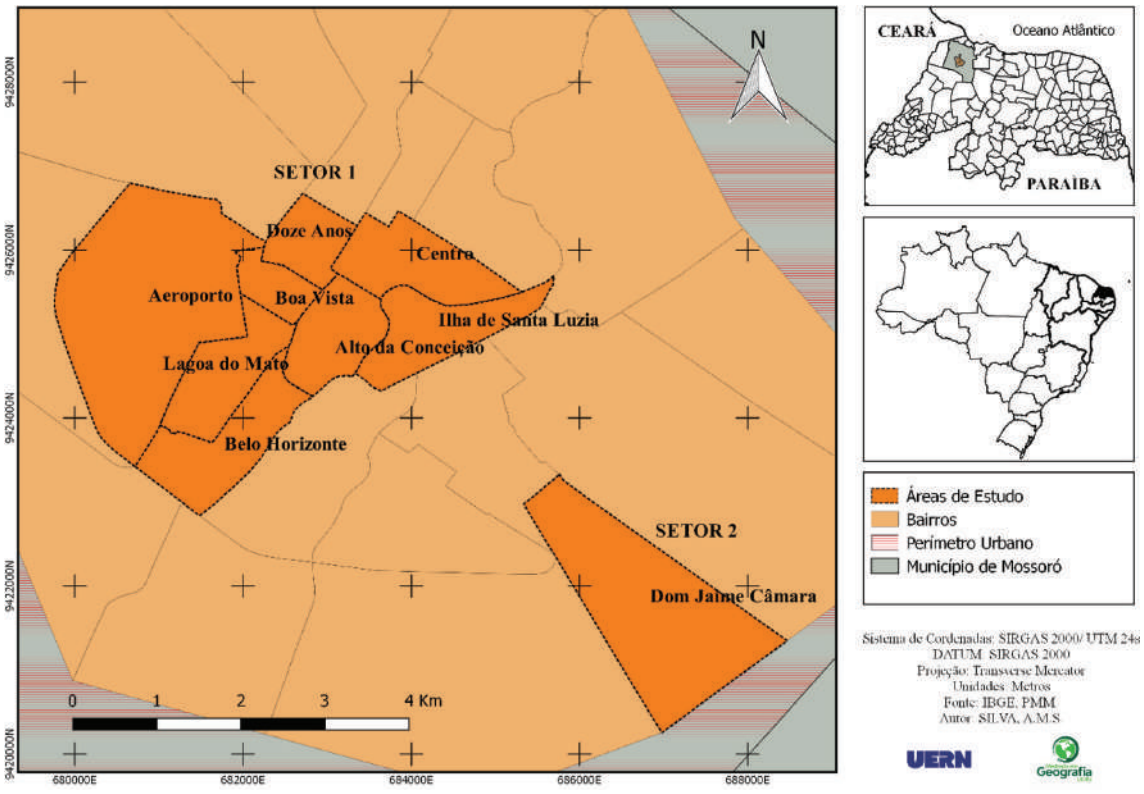
## Metodologia

A metodologia usada no desenvolvimento deste artigo inicia-se com a pesquisa bibliográfica em periódicos, em livros e na legislação sobre recursos hídricos no Brasil. Para obtenção de informações preliminares dos poços cadastrados na cidade de Mossoró, foram utilizados dados do SIAGAS, desenvolvidos e mantidos pela CPRM (Gráfico 1). Também foram utilizadas bases cartográficas da hidrogeologia disponibilizados pela CPRM e dos bairros de Mossoró disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE).

Com base nos registros de poços cadastrados no referido banco de dados, foram produzidas planilhas contendo as principais informações pertinentes, tais como: coordenadas geográficas, estado operacional dos poços, finalidade do uso da água, profundidade, nível estático, nível dinâmico, vazão específica, localização, proprietário e data de perfuração. Inicialmente, esses dados foram empregados para alocar espacialmente os poços nas áreas de estudo, por meio da elaboração de um mapa preliminar, a fim de subsidiar a pesquisa de campo.

Após seleção e identificação dos poços cadastrados no SIAGAS com o auxílio do *software* Quantum GIS (QGIS) versão 3.10, foi realizado o trabalho de campo para atualizar a situação dos poços já cadastrados no SIAGAS e buscar por novos poços nas áreas delimitadas.

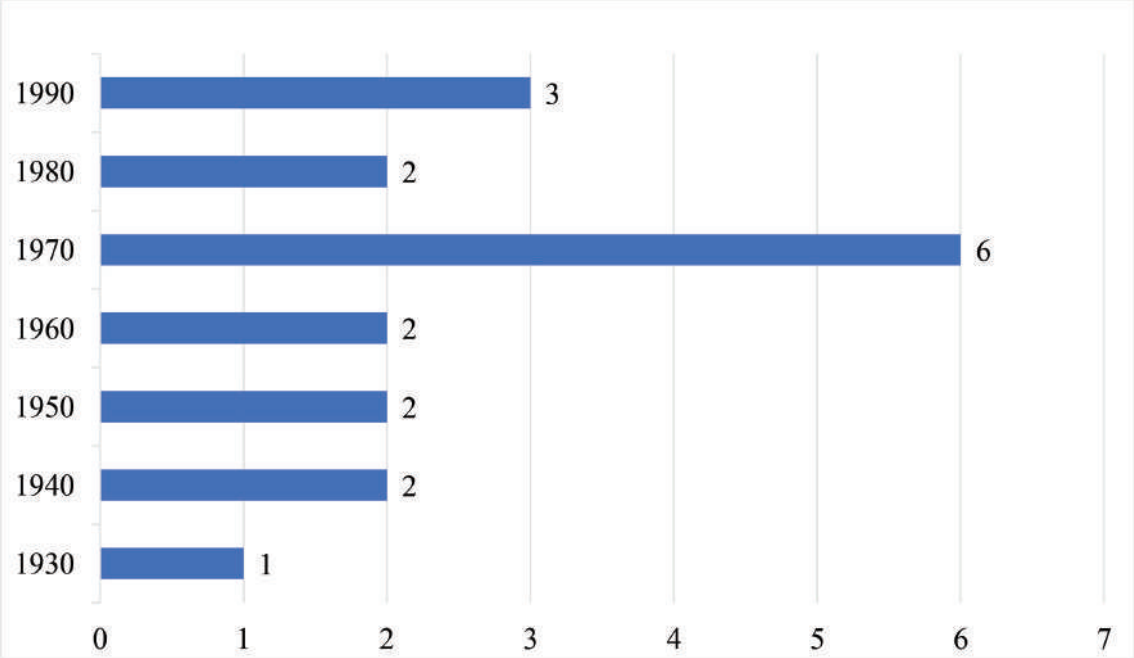
Mapa 1. Localização da área de estudo




Fonte: Elaborado pelos autores.

[19] Costa Filho, 2008, 28.

Gráfico 1. Número de poços perfurados por década nos setores 1 e 2 da pesquisa




Fonte: SIAGAS, 2021.

A primeira visita ao campo ocorreu no dia 16 de novembro de 2020 no período vespertino. Foram coletadas informações sobre o estado e funcionamento dos poços por meio de perguntas aos proprietários ou responsáveis pelas obras de captação. Essas informações foram registradas em planilha, constituindo assim, uma atualização, sistematização e composição de cadastro de poços, visto que eles foram construídos antes dos anos de 1990. Além disso, as informações do SIAGAS não fornecem o endereço completo/consistente, o que dificultou a localização dos poços no campo.

Para identificação das coordenadas *Universal Transversa de Mercator* (UTM) foi utilizado um receptor *Global Positioning System* (GPS) de navegação, com intuído de atualizar a localização dos poços. As demais visitas a campo ocorreram nos dias 20 de novembro, 01 de dezembro e 16 de dezembro de 2020, seguindo as medidas de proteção contra a disseminação da COVID-19.

A análise e integração dos dados obtidos através da pesquisa de campo foram realizadas por meio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), integrando dados e informações hidrogeológicas, ambientais e do cadastro de poços. As informações foram geradas por meio da intepretação de gráficos, mapas, tabelas e planilhas com o intuito de organizá-los de maneira simples para uma fácil leitura e interpretação.

## Captação e Uso das Águas Subterrâneas em Mossoró

Quando a CAERN assumiu o abastecimento de água da cidade em 1970, fomentada por recursos do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), foi realizado um estudo hidrogeológico do aquífero Açu chamado de "Estudos Hidrogeológicos para Ampliação do Abastecimento d'Água da Cidade de Mossoró" sendo esse o primeiro estudo do aquífero na região de Mossoró[20]. Até então, a população se utilizava de autoabastecimento individual por meio de poços tubulares, poços manuais e cisternas[21].

No ano de 1972, a empresa anteriormente conhecida como AQUA-PLAN (Estudos, Projetos e Consultoria), atualmente denominada ACQUAPLAN - Tecnologia e Consultoria Ambiental LTDA, foi contratada pela CAERN para realizar um estudo que possibilitou o abastecimento da cidade de Mossoró por meio de uma série de poços tubulares que exploram água do aquífero Açu[22]. No Gráfico 1, é a apresentado o número de poços perfurados por década na área de estudo de acordo com dados do SIAGAS.

Ao longo da década de 1970, observou-se um aumento significativo na construção de poços, período

[20] Morais et al., 2005, 26.
[21] Queiroz, 2012, 48.
[22] Morais et al., 2005, 26.

marcante na história de Mossoró. Esse período coincide com o crescimento da cidade a partir de 1960, impulsionado pela demanda por serviços urbanos essenciais. O crescimento populacional registrado em Mossoró a partir de 1960 está relacionado à atração exercida pela cidade, que se destacava como centro de migração para atividades relacionadas à indústria salineira, agricultura e, posteriormente, petróleo. Em paralelo a esse crescimento, a CAERN desenvolveu um sistema de abastecimento de água, cujas obras tiveram início nos anos 1970[23]. Essa comparação ilustra a relevância das águas subterrâneas no contexto do crescimento demográfico e econômico de Mossoró, sendo um fator essencial para sustentar o desenvolvimento da cidade.

A CAERN mantém-se como a empresa responsável pelo abastecimento de água em Mossoró por meio da Adutora Jerônimo Rosado, que foi concluída e está em operação desde o ano 2000 e, principalmente, através de poços tubulares localizados estrategicamente no perímetro urbano do município. O sistema adutor capta água no açude da barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves no Rio Piranhas-Açu, cerca de 70 km distante de Mossoró.

De acordo com o Relatório Técnico I, emitido em 2010, produto do Plano de Desenvolvimento para o Sistema de Saneamento Básico do Município de Mossoró, realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), sob encomenda da Prefeitura Municipal de Mossoró (PMM), no referido ano, a cidade era abastecida com aproximadamente 60 % de água oriunda de poços tubulares e os outros 40 % eram fornecidos através da Adutora Jerônimo Rosado. O mesmo relatório, aponta que no ano de 2010 estavam em funcionamento 14 poços tubulares somados a um poço em período de teste e um em recuperação. Esses poços juntos forneciam aproximadamente 660 l/s somados a 220 l/s fornecidos pela Adutora Jerônimo Rosado, totalizando 880 l/s. O relatório informa ainda que, no ano de 2009, 96,82 % da população urbana do município de Mossoró era atendida pelo Sistema de Abastecimento de água.

No ano de 2014, Mossoró era abastecida com 70 % das águas vindas de poços tubulares e 30 % da barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves por meio do sistema adutor Jerônimo Rosado. No mesmo ano foram mapeados 16 poços tubulares profundos no perímetro urbano de Mossoró operados pela CAERN para fins de abastecimento urbano[24].

De acordo com dados fornecidos pelo SIAGAS através de uma busca geral em seu site usando os filtros: bacia hidrográfica Atlântico Sul/ N/NE, região Nordeste, estado do Rio Grande do Norte e município de Mossoró no mês de junho de 2021 foram encontrados registros de 764 poços no território do respectivo município, sendo que 105 poços se encontravam na área urbana. Todos esses poços são do tipo tubular.

No entanto, os poços escavados foram amplamente utilizados pela população como fonte de abastecimento doméstico antes da implementação do sistema convencional de fornecimento de água nas residências. Uma evidência dessa prática é a presença de poços remanescentes no bairro Dom Jaime Câmara, que foram escavados há aproximadamente 30 anos e continuaram sendo utilizados como fonte de abastecimento doméstico de acordo com relatos dos proprietários. Atualmente, os poços remanescentes são usados como fonte secundária/alternativa de abastecimento, sendo a fonte primária a água distribuída pelo sistema de abastecimento convencional. O uso privado de águas subterrâneas tende a passar despercebido pelas estatísticas nacionais, ou não são conhecidas pelo governo, porém são essenciais para a complementação do abastecimento principalmente em períodos de escassez[25].

No trabalho de Queiroz[26] o autor traz elementos sobre o contexto histórico de urbanização da cidade de Mossoró, atrelados a dados de acesso a esgotamento sanitário e acesso à água canalizada nas residências. Conforme o autor, até o início dos anos 1970 a população de Mossoró utilizava água de cacimbões e/ou de cisternas —que captavam água das chuvas— para beber e cozinhar; e do rio Apodi-Mossoró para outros usos domésticos menos nobres, como, por exemplo, para o banho e limpeza em geral.

No século XIX, o uso de cacimbas desempenhou um papel fundamental no abastecimento de água potável na então vila de Aracati, situada no estuário do rio Jaguaribe. A salinidade presente no rio, advinda do oceano, limitava o uso da água coletada em seu leito. A coleta e o transporte de água das cacimbas marcaram o cenário histórico, socioambiental e econômico da região[27]. Atualmente, a cidade de Aracati está situada no estado do Ceará, a cerca de 92 km do centro de Mossoró.

Nesse contexto, faz-se relevante destacar que os poços podem ser de dois tipos, de acordo com a

[23] Queiroz, 2012, 37.
[24] Oliveira Junior, 2016, 16.
[25] Foster et al., 2022, 2.
[26] Queiroz, 2012, 1-174.
[27] Bezerra Diniz, 2018, 12-13.

classificação de Vasconcelos[28]. Os poços escavados são construídos manualmente e apresentam diâmetro superior a 0,5 m, podendo ser subdivididos em cacimba, cacimbão e poço amazonas, com diferenças no diâmetro da boca e na presença de revestimento interno. Por outro lado, os poços tubulares são construídos com máquinas perfuratrizes e possuem revestimento tubular de policloreto de vinila (PVC) ou aço, com diâmetros geralmente menores que 1 metro. Esses poços podem ser subdivididos em poços freáticos, que captam água de aquíferos livres, e poços artesianos, que captam água de aquíferos confinados e podem ser jorrantes ou não jorrantes, dependendo da ultrapassagem natural ou não do nível piezométrico regional da água subterrânea.

São classificados como cacimbas, os poços escavados com diâmetro superior a 0,5 m sem revestimento. O cacimbão como observado na Figura 1 é o poço escavado com diâmetro entre 1 a 5 m com revestimento interno parcial ou total. O poço amazonas é caracterizado por possuir mais de 5 m de diâmetro e ter revestimento interno parcial ou total[29].

A espessura de um poço tubular é medida em polegadas, sendo mais comuns espessuras de seis e oito polegadas, podendo ainda o mesmo poço possuir diferentes espessuras, variando com sua profundidade. Os poços freáticos, captam água em aquíferos livres, e os poços artesianos, captam água em aquíferos confinados, neste caso, os poços artesianos podem ser jorrantes quando a água ultrapassa o nível do terreno naturalmente sem a necessidade de bombeamento, ou não jorrantes quando a água não ultrapassa o nível do terreno naturalmente[30].

Figura 1. Cacimbão no bairro Belo Horizonte em Mossoró-RN

Fonte: Silva, 2022.

No levantamento realizado na etapa pré-campo foram identificados no Setor 1 e 2 o total de 29 poços tubulares cadastrados no SIAGAS. Desse total, através de visitas técnicas, foi constatado que: 20 poços estão inativos; seis não foram localizados; e apenas três estão ativos. Vale enfatizar que foram considerados inativos os poços obstruídos, abandonados e os não equipados. Ademais, foram identificados e cadastrados nove poços, sendo três tubulares e seis escavados. A situação de todos os poços envolvidos na pesquisa é demonstrada no Gráfico 2. O alto número de poços desativados, abandonados e sem informações é preocupante e necessita de estudos que ajudem na gestão das águas subterrâneas em Mossoró[31].

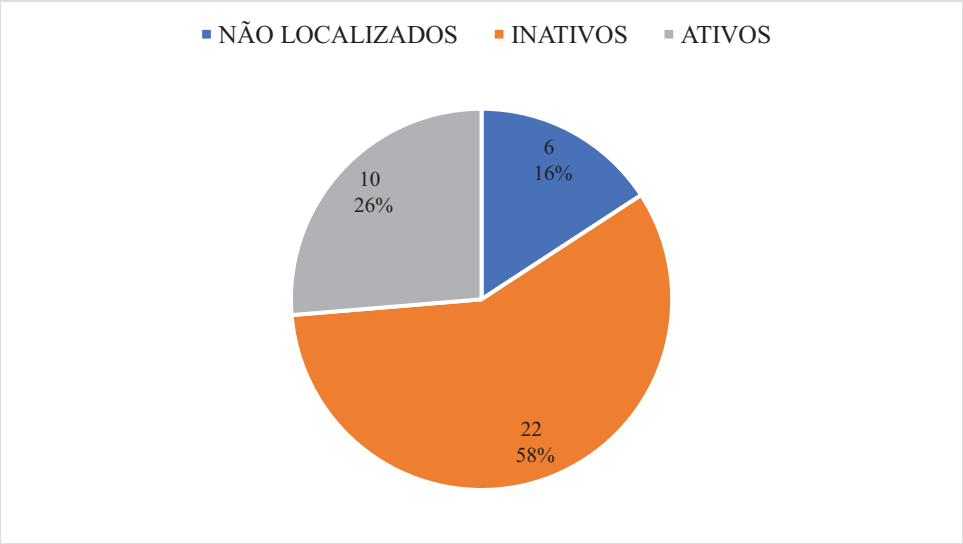
Dos nove poços que foram cadastrados em campo, sete estão ativos e dois estão inativos. Dessa forma, somados os poços do SIAGAS com os cadastrados em campo, o Setor 1 e o Setor 2 totalizam 10 poços ativos, 22 inativos e seis que constam no SIAGAS, mas não foram localizados em campo. A Tabela 1 traz o quantitativo dos poços ativos, inativos e não localizados por setor de estudo. Trabalhando com os dados dos poços urbanos disponibilizados pelo SIAGAS. Silva[32] demonstrou a situação de 105 poços, sobre os quais os dados apontaram que 61 % dos poços da área urbana de Mossoró estão inativos ou não apresentam dados sobre sua situação e 39 % constam como ativos.

Considerando apenas os poços ativos, observou-se a seguinte distribuição: dos 10 poços ativos, quatro são poços tubulares, sendo três operados pela CAERN e um operado por um hotel, todos no Setor 1 da pesquisa. Dos seis poços escavados, três estão em residências no bairro Dom Jaime Câmara (Setor 2), dois são de posse de floriculturas nos bairros Belo Horizonte e Ilha de Santa Luzia (Setor 1) e um fica no mesmo hotel citado, também no bairro Ilha de Santa Luzia (Setor 1).

Os poços escavados são apenas seis no total, porém o que chama atenção é que todos esses poços continuam ativos e são utilizados como fonte secundária de abastecimento em caso de falta de água ou em usos domésticos de um modo geral por serem relativamente fáceis com relação à manutenção e à explotação, visto que

[28] Vasconcelos, 2015, 9-10.
[29] Vasconcelos, 2015, 10.
[30] Vasconcelos, 2015, 10.
[31] Silva, 2018, 31.
[32] Silva, 2018, 31.

Gráfico 2. Situação e atividade dos poços




Fonte: Pesquisa de campo e SIAGAS.

esse tipo de poço é construído onde o lençol freático encontra-se próximo da superfície do terreno, o que facilita o acesso à água. Os poços tubulares, como visto na Tabela 1, totalizam 22 poços desativados o que demonstra menor perenidade desse tipo de poço.

Somado a isso, a oferta de água canalizada nas residências na área urbana cresceu a passos largos a partir do ano de 1970 (Tabela 2). Em termos de porcentagem, o maior crescimento foi de 241 % registrado entre os anos de 1970 e 1980, sendo que a quantidade de domicílios atendidos passou de 2.649 para 9.649, respectivamente. Em números absolutos, o maior crescimento foi registrado entre os anos de 2000 e 2010, quando houve um aumento de 21.262 domicílios atendidos, passando de 46.168 para 67.460, respectivamente.

Com o crescimento do número de domicílios ligados à rede geral de distribuição de água, houve uma consequente diminuição no número de poços usados pela população, acarretando o abandono/desativação desses sistemas de captação. Em Fortaleza também observou-se esse comportamento de diminuição no número de poços na área urbana, comparando dados do censo de 2000 e 2010. O avanço na taxa de domicílios com abastecimento de água convencional diminuiu a utilidade de vários poços na cidade, contudo ainda há uso alternativo de água para grande parte dessas obras de captação[33]. Na Figura 2 pode-se observar um poço tubular inativo localizado no bairro Ilha de Santa Luzia.

Diferente dos poços escavados, os poços tubulares requerem maiores cuidados na manutenção, além de energia elétrica para captação por bombas, portanto, mais aporte financeiro para construção e operação.

Tabela 1. Poços ativos, inativos e não localizados por setor de estudo

| SITUAÇÃO | SETORES | POÇOS CADASTRADOS NO SIAGAS | POÇOS CADASTRADOS EM CAMPO | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| **ATIVOS** | Setor 1 | 3 | 4 | 10 |
| | Setor 2 | 0 | 3 | |
| **INATIVOS** | Setor 1 | 17 | 1 | 22 |
| | Setor 2 | 3 | 1 | |
| **NÃO LOCALIZADOS** | Setor 1 | 6 | 0 | 6 |
| | Setor 2 | 0 | 0 | |

Fonte: Pesquisa de Campo e SIAGAS.

Tabela 2. Número de domicílios com água canalizada em Mossoró-RN entre 1970 e 2019

| Ano | Número Total de Domicílios | Número Total de Domicílios Atendidos | (%) |
|---|---|---|---|
| 1970 | 16.862 | 2.649 | 15,70% |
| 1980 | 27.995 | 9.057 | 32,35% |
| 1991 | 41.666 | 25.376 | 60,90% |
| 2000 | 52.479 | 46.198 | 88,03% |
| 2010 | 73.365 | 67.460 | 91,95% |
| 2019 | 81.431 | 78.776 | 96,74% |

Fonte: IBGE, SNIS.

[33] Peixoto et al., 2017, 20-28.

Figura 2. Poço tubular inativo no bairro Ilha de Santa Luzia

Fonte: Silva, 2022.

É notável, diante do baixo número de poços tubulares em atividade, a diminuição da importância desse recurso no contexto do abastecimento alternativo, mesmo com os frequentes problemas de desabastecimento de água na cidade e perante os riscos de desabastecimento pela escassez de fontes hídricas.

A maior dependência do sistema de abastecimento das águas do açude Armando Ribeiro pode aumentar o risco de desabastecimento da cidade, em função da frequente diminuição de volume de água em decorrência de secas interanuais. Além disso, o sistema mencionado é extensivamente empregado na bacia do Rio Piranhas-Açu, tanto para a prática de carcinicultura e agricultura irrigada quanto para suprir as necessidades de abastecimento de cidades e outras comunidades situadas na região da bacia. Sobre esse risco, Troleis, Macedo e França[34] ponderam que quando se leva em consideração o quantitativo populacional municipal do indicador e o nível de renda, que estão associados a uma alta demanda e perspectiva de crescimento desta, Mossoró apresenta um risco alto de desabastecimento.

No Setor 1, há apenas quatro poços tubulares ativos, sendo três operados pela CAERN com profundidades de 810 m, de 920 m e de 1.020 m, ou seja, são poços profundos que captam água no aquífero Açu. Já em relação ao Setor 2, não foi registrado nenhum poço tubular em atividade, mas apenas poços escavados que, a julgar pela localização (Mapa 2) e profundidade de 3 m, de 4 m e de 5 m, aproximadamente, captam água na formação Barreiras. Além disso, a proximidade de um córrego explica as condições semiaflorantes do lençol freático na área.

A opção de autoabastecimento por meio de poços tubulares se torna viável a partir da necessidade de grande volume de água para serviços gerais, como no caso do hotel, que possui extensas áreas verde que demandam irrigação constante. De acordo com informações obtidas pela direção, o poço tubular tem aproximadamente 50 m de profundidade. Portanto, levando em consideração sua localização às margens do Rio Apodi-Mossoró e sua profundidade, a captação de água ocorre no aquífero Aluvionar.

Os poços ativos estudados apresentam variações quanto aos aspectos construtivos, à profundidade e ao período de construção/escavação. Dessa forma, os aquíferos explotados são quatro: foram registrados sete poços rasos captando água nas aluviões, no aquífero Jandaíra e no aquífero Barreiras; e três poços profundos captando água no aquífero Açu, com profundidades entre 810 m a 1.020 m.

Quanto ao uso das águas subterrâneas, todos os poços em atividade estão voltados para o abastecimento humano, sendo três poços tubulares profundos usados para abastecimento urbano, operados pela CAERN e um poço tubular raso usado pelo hotel para serviços gerais. Quanto aos poços escavados, todos os seis são utilizados como fonte de abastecimento em atividades domésticas de serviços gerais de forma alternativa/secundária.

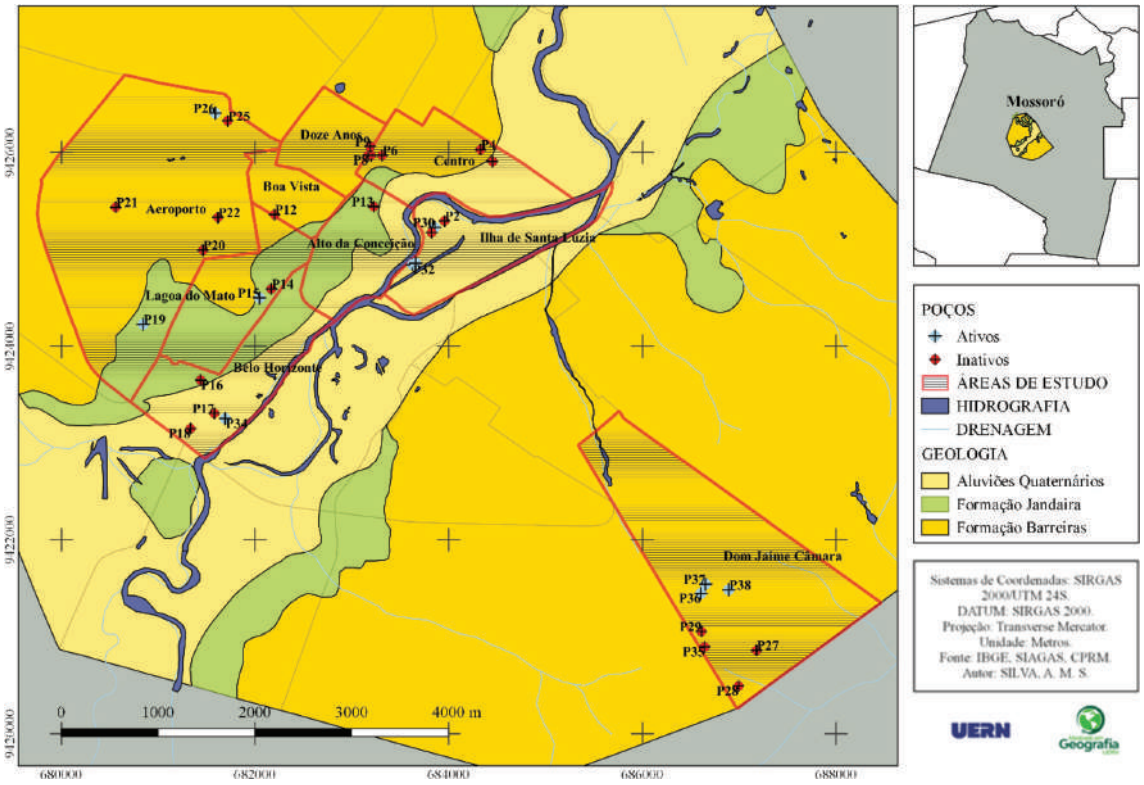
Em trabalhos anteriores, Silva[35] e Peixoto *et al.*[36] constataram usos múltiplos das águas subterrâneas em Mossoró. Essas investigações utilizaram dados disponibilizados pelo SIAGAS, nos quais se constata que os principais usos foram: abastecimento urbano, uso doméstico, uso industrial, lazer e irrigação. Levando em consideração os poços em operação na atualidade, não foi constatado muitos usos, sendo as águas subterrâneas voltadas para abastecimento urbano/doméstico e irrigação.

Nesse contexto, Howard e Gelo[37] demonstraram através de um esquema (Figura 3) o perfil de cidades populosas que fizeram uso intensivo de águas subterrâneas.

[34] Troleis; Macedo; França, 2020, 532-550.

[35] Silva, 2018, 32.
[36] Peixoto et al., 2021, 301.
[37] Howard e Gelo, 2002, 45.

Mapa 2. Localização dos poços e hidrogeologia da área de estudo




Fonte: Elaborado pelos autores.

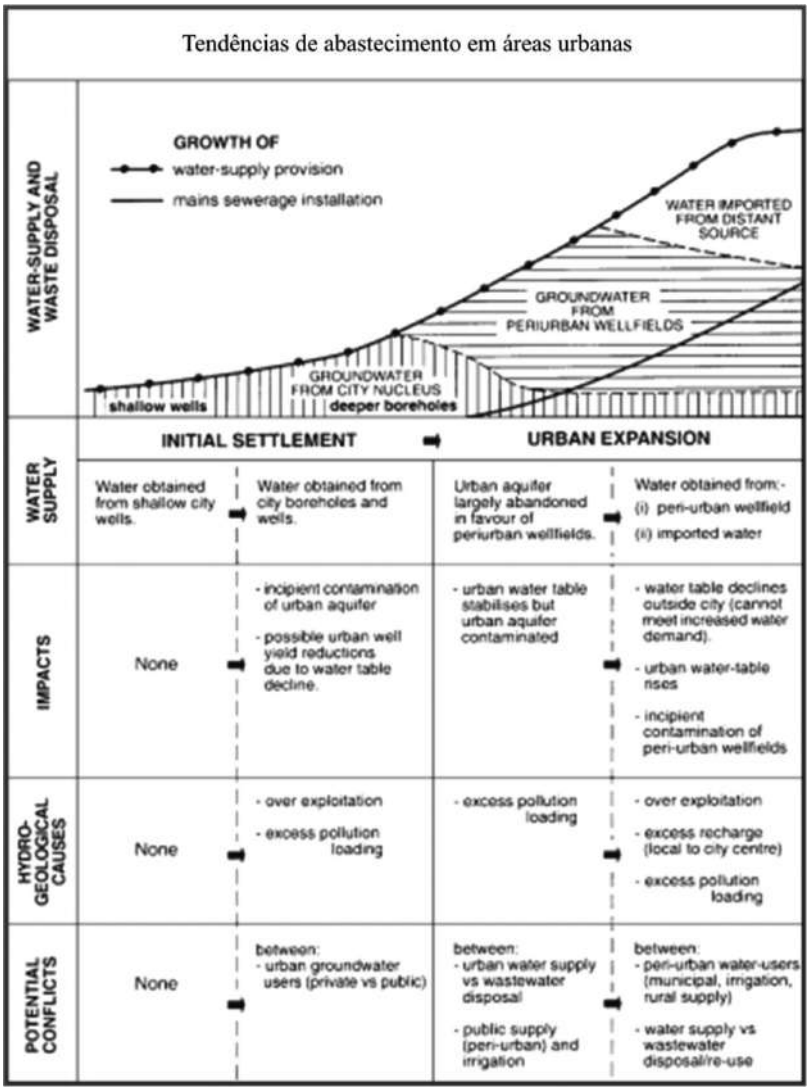
Os pesquisadores relatam uma série de diferentes estágios (tendências) pelos quais cidades populosas passaram no seu processo de amadurecimento gradual, sendo aqueles estágios relacionados à infraestrutura de abastecimento de água e ao esgotamento sanitário. Isto posto, originalmente as cidades que usufruem das águas subterrâneas o fazem através de poços rasos privados, localizados nas zonas centrais do núcleo, que representam uma fonte confiável e de baixo investimento inicial, além de serem bastante acessível.

Fazendo uma análise comparativa do histórico do uso das águas subterrâneas de Mossoró com o esquema mencionado, são notórias algumas características semelhantes aos estágios de desenvolvimento de grandes cidades que fizeram uso intensivo das águas subterrâneas. No caso de Mossoró, o abastecimento iniciou-se por poços rasos (cacimbas e cacimbões) localizados nas áreas centrais e próximos ao rio Apodi-Mossoró, com a possibilidade de uso de água diretamente do rio.

Com o crescimento e concentração da população na zona urbana do município nas décadas de 1960 e 1970, procedeu-se à designação pelo poder público municipal para o início do abastecimento de água operado pela CAERN, através de poços profundos, alguns superando os 1.000 metros. Já nos anos de 1980 e 1990 houve considerável crescimento populacional urbano em virtude da consolidação da cidade de Mossoró como centro regional, tendo como principais atividades econômicas as indústrias salineiras e petrolífera e a fruticultura irrigada. No início dos anos 2000 Mossoró passa a ser abastecida parcialmente através da Adutora Jerônimo Rosado, que fornece em torno de 30 % do abastecimento na cidade, mas para fornecer água à cidade de Mossoró e mais outras quatro sedes municipais está em construção a Adutora Apodi-Mossoró, que captará água no açude da Barragem de Santa Cruz no município de Apodi com capacidade estimada em 460 l/s e com aproximadamente 90 km de extensão.

A construção da Adutora Apodi-Mossoró poderá suprir a demanda de água de Mossoró juntamente com a Adutora Jerônimo Rosado. A justificativa para a realização da obra da adutora é que a disponibilidade hídrica do Açude de Santa Cruz irá substituir o abastecimento realizado por poços profundos que captam água no aquífero Açu em regime de exaustão. Isso irá gerar uma preservação do nível do aquífero, economia nos custos de manutenção, redução dos gastos com energia elétrica, melhor distribuição, consumo e qualidade da água, segundo relatório elaborado pela Fundação Getúlio

Figura 3. Uso intensivo de águas subterrâneas em áreas urbanas




Fonte: Adaptado de Howard e Gelo, 2002.

Vargas (FGV). Além disso, o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) beneficiará com reforço hídrico os açudes de Pau dos Ferros e Santa Cruz do Apodi, localizados na bacia do rio Apodi. Esses açudes são as fontes hídricas da adutora Alto Oeste, que está em construção e atenderá 24 municípios.

A manutenção dos poços tubulares é fundamental para a gestão dos recursos hídricos locais e para o abastecimento da cidade, sendo uma fonte estratégica vital capaz de abastecer Mossoró em casos de estiagens e rebaixamento dos níveis dos reservatórios superficiais. Além disso, esse recurso poderá suprir demandas futuras que virão surgir com o crescimento populacional e consequente aumento na demanda por água. Para preservação desse recurso é necessário ter um correto processo de desativação desses poços, a fim de deixá-los aptos a serem utilizados em caso de necessidade e para evitar que se tornem vias contaminantes para o aquífero.

Ao longo do tempo, as águas subterrâneas emergiram como a principal fonte de abastecimento urbano em Mossoró. O uso expressivo de poços profundos por empresas na década de 1970, juntamente com a transição gradual para o sistema de abastecimento da CAERN, delineou uma mudança significativa no uso das águas subterrâneas pela população e empresas. Essa transição foi motivada pela busca por uma alternativa mais acessível e segura, resultando na diminuição do uso de poços individuais em prol da rede de distribuição centralizada. A análise dessas descobertas destaca a importância da atualização do cadastramento dos poços pela administração local, visando um planejamento eficaz e a gestão sustentável dos recursos

hídricos subterrâneos, além da necessidade de estudos contínuos sobre a qualidade da água, especialmente nas áreas com deficiências no saneamento básico, onde a contaminação dos aquíferos livres representa uma preocupação relevante[38].

## Considerações Finais

As águas subterrâneas na cidade de Mossoró têm sido a principal fonte de abastecimento urbano. Ao verificarmos os dados históricos, as fichas dos poços do SIAGAS, as referências bibliográficas e os resultados da pesquisa de campo, fica perceptível o fato de que as águas subterrâneas foram e ainda são fundamentais para a cidade desde a intensificação do crescimento da população urbana após a década de 1960. Muitos poços profundos foram perfurados principalmente a partir dos anos de 1970 por empresas que os utilizaram para se auto abastecer, pois necessitavam de grande volume de água. Já a demanda doméstica durante muitos anos foi suprida através de abastecimento em poços rasos próximos ao leito dos rios e em aquíferos livres como o Barreiras e o Jandaíra.

Com o gradativo aumento do fornecimento de água a partir dos anos de 1970 —quando a CAERN assumiu o abastecimento da cidade—, verificou-se uma diminuição no uso das águas subterrâneas —através de poços particulares— por parte da população e das empresas, ocorrendo, portanto, a migração para o sistema de abastecimento de água através da rede geral de distribuição, que se mostrou uma alternativa mais barata e segura que o autoabastecimento. Naturalmente, também houve consequente diminuição no número de poços rasos em operação, sendo a maioria dos poços profundos na zona urbana de Mossoró, aqueles operados pela CAERN, como fontes para o sistema de abastecimento municipal, e poços manuais em bairros periféricos da cidade, captando níveis freáticos subafloramentes próximo à sistemas fluviais.

Os resultados da pesquisa são muito importantes para a compreensão da captação e uso das águas subterrâneas de Mossoró. Por meio das informações obtidas é possível ter uma noção do atual cenário dos poços na cidade e perceber as nuances entre diferentes áreas da mesma. Recomenda-se a realização de um trabalho de cadastramento e atualização dos poços no âmbito urbano e municipal em Mossoró, por parte dos órgãos responsáveis, visando o planejamento e a gestão dos recursos hídricos subterrâneos. É de suma importância identificar os usuários, os tipos de usos e as estruturas de captação.

Além da quantificação desses dados, é igualmente necessário realizar estudos sobre a qualidade da água. Em áreas da cidade onde sistemas de saneamento básico ainda são rudimentares, é constatado o lançamento direto de esgoto em superfícies abertas. Conforme evidenciado neste estudo, a cidade possui aquíferos livres com nível freático raso, variando entre três e cinco metros de profundidade, tornando-os suscetíveis à contaminação.

## Referências

**Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)** 2021: *Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano*. Brasília (Brasil). http://atlas.ana.gov.br. Consulta realizada em 10 de janeiro de 2022.

**Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)** 2020: *Conheça a ANA*. http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/Default.aspx. Consulta realizada em 06 de setembro de 2020.

**Beltrão, B. A. Rocha, D. E. G. A. Mascarenhas, J. C. Souza Junior, L. C. Pires, S. T. M. Carvalho, V. G. D. (Coords.).** 2005: *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Rio Grande do Norte: relatório diagnóstico do município de Mossoró*. Recife (Brasil). https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17028

**Bezerra Diniz, J. N.** 2018: Abastecimento de água no Brasil setentrional: a gestão hídrica em Aracati (século XIX). *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (11), 10-21. https://doi.org/10.17561/at.11.2998

**Conicelli, B. Hirata, R., Galvão, P., Aranda, N., Terada, R., & Gutiérrez, O. J. G.** 2021: Groundwater governance: The illegality of exploitation and ways to minimize the problem. Anais da Academia Brasileira de Ciencias, 93(1), e20200623. https://doi.org/10.1590/0001-3765202120200623

**Costa Filho, W. D. et al.** 2008: *Hidrogeologia do aquífero Açu na borda leste da Bacia Potiguar: trecho Upanema-Afonso Bezerra*. https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/10564.

**Feitosa, F. A. C. Manoel Filho, J. Feitosa, E. C. Demetrio, J. G. A. (Coord.)** 2008: *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. Rio de Janeiro (Brasil). https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/14818.

**Foster, S. Hirata, R. Eichholz, M. Alam, M.-F.** 2022: Urban Self-Supply from Groundwater—An Analysis of Management Aspects and Policy Needs. *Water*, 14(4), 575. http://dx.doi.org/10.3390/w14040575

[38] Silva, 2022, 29-30.

**Hirata, R. Suhogusoff, A. V. Marcellini, S. S. Villar, P. C., & Marcellini, L.** 2019: *As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil*. São Paulo: Universidade de São Paulo. https://doi.org/10.3390/w14040575

**Howard, K.W.F. e Gelo, K. K.** 2002: "Intensive groundwater use in urban areas: the case of megacities". Em Llamas, M. R. e Custódio, E. *Intensive Use of Groundwater Challenges and Opportunities*. Balkema Publishers: Netherlands. 35-58.

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)** 2010: *Censo Demográfico 2010*. https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama. Consulta realizada em 01 de julho 2021.

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)** 2020: *População Estimada 2020*. https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama. Consulta realizada em 01 de julho 2021.

**Manoel Filho, J. et al.** 2010: *Avaliação dos Recursos Hídricos Subterrâneos e Proposição de Modelo de Gestão Compartilhada para os Aquíferos da Chapada do Apodi, entre os Estados do Rio Grande do Norte e Ceará*. Brasília (Brasil).

**Mendonça, F.; Danni-oliveira, I. M.** 2007: *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo (Brasil). Oficina de Texto.

**Miranda, T. S.** 2011: *Estudo geofísico e geológico-estrutural da Chapada do Apodi, Bacia Potiguar*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife (Brasil).

**Morais, F. Melo, J. G. Medeiros, J. I. Srivastava, N. K. Diniz Filho, J. B. Lopes, V. L. Oliveira, J. A. Vasconcelos, M. B.** 2005: *Comportamento das bacias sedimentares da região semi-árida do Nordeste brasileiro. Avaliação do aqüífero Açu na borda sul da bacia Potiguar – Trecho: Upanema-Afonso Bezerra.* Recife (Brasil).

**Oliveira Junior, H. S.** 2016: *Monitoramento e mapeamento das águas subterrâneas de abastecimento urbano do município de Mossoró-RN*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró (Brasil). https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.6.p1825-1835

**Peixoto, F. S. et al.** 2017: "O Sistema de Informação Geográfica (SIG) aplicado ao Abastecimento Hídrico e Esgotamento Sanitário". *Revista do Departamento de Geografia*, Volume Especial (1), 20-28. https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.132599

**Peixoto, F. S. et al.** 2018: "Índice de Saneamento Ambiental da Área Urbana do Município de Mossoró – RN". *Revista Brasileira de Geografia Física*. 1 (6), 2130-2139. https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.6.p2130-2139

**Peixoto, F. S., Oliveira, J. P., Santos, H. D. C.** 2021: O esgotamento sanitário e expansão urbana em Mossoró-RN. *Sociedade E Território*, 33(2), 189-211. https://doi.org/10.21680/2177-8396.2021v33n2ID23413

**Peixoto, F. S. Tôrres, L. M. G. Ferreira, I. C. S. Silva, A. M. S.** 2021: "A city on waters: use and quality of the groundwater in Mossoró-RN". *Geosaberes*, 12, 294 - 307. https://doi.org/10.26895/geosaberes.v12i0.1114

**Queiroz, R. J. G.** 2012: *Política urbana e desigualdades socioespaciais em Mossoró – RN: uma investigação acerca das políticas de implantação da rede de esgotamento sanitário*. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual do Ceará, Mestrado em Geografia.

**Rocha, A. B.** 2018: Proposta Metodológica de Caracterização Climática: Estudo de Caso. *Pensar Geografia*, *2*(1), 37-52. https://doi.org/10.26704/pgeo.v2i1.775

**Rodrigues, F. P., Albuquerque, P. I. M. e Peixoto, F. S.** 2019: "Expansão Urbana Sobre a Planície Fluvial do Rio Apodi/Mossoró: mapeamento das Áreas de Risco". Anais. *XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. Fortaleza (Brasil). 1-14.

**Silva, A. M. S.** 2018; *Captação e uso das águas subterrâneas na área urbana de Mossoró-RN*. Monografia. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró (Brasil).

**Silva, A. M. S.** 2022; *Captação, uso e qualidade das águas subterrâneas na área urbana de Mossoró-RN*. Dissertação (Mestrado). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró (Brasil).

**Troleis, A. Macedo, Y., e França, V.** 2020: Risk of Water Shortage in The West Region Of Rio Grande do Norte, Brazil. *Geosaberes*, 11, 532 - 550. https://doi.org/10.26895/geosaberes.v11i0.1074

**Vasconcelos, M. B.** 2015: Poços Para Captação de Águas Subterrâneas: Revisão de Conceitos e Proposta de Nomenclatura. *Águas Subterrâneas*. https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28288

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# La significación práctica de la Ecohidrología: un análisis de su potencial para el estudio de cuencas hidrográficas

## *The practical significance of Ecohydrology: an analysis of its potential for the study of hydrographic basins*

**Alina de la Caridad Morell Bayard**
Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO)
Santiago de Cuba, Cuba
morellalina3@gmail.com, alina@bioeco.cu
ORCID: 0000-0002-5263-0341

**Liliana Gómez Luna**
Universidad de Oriente
Santiago de Cuba, Cuba
lilianag@uo.edu.cu
ORCID: 0000-0002-1282-3392

**Información del artículo**
**Recibido:** 16/05/2022
**Revisado**: 23/08/2023
**Aceptado:** 14/09/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.7127

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMEN**

La Ecohidrología ha abierto un amplio espectro en las investigaciones y soluciones para complejos problemas ambientales en ecosistemas acuáticos. Este artículo analiza principales avances, tendencias e interacciones con el componente social, haciendo énfasis en las aplicaciones prácticas para dar soluciones funcionales a problemáticas de los recursos hídricos. Se realiza una revisión crítico-analítica de 1.592 artículos publicados entre 1997 y 2019, compilados con el *software* Harzing´s Publish o Perish 5. Se identifica una tendencia hacia las investigaciones sobre gestión del agua, Ecohidrología fluvial, en sistemas áridos y semiáridos; servicios ecosistémicos en cuencas hidrográficas y Ecohidrología y vegetación. El análisis permitió identificar posibles soluciones aplicables a la cuenca San Juan, Santiago de Cuba, como el empleo de fito y faunotecnologías, y el mantenimiento del caudal ambiental.

**PALABRAS CLAVE:** Cuencas Hidrográficas, Cuenca San Juan, Ecohidrología, Ecosistemas Acuáticos, Hidroecología.

**ABSTRACT**

Ecohydrology has opened up a wide spectrum for research and solutions to complex environmental problems in aquatic ecosystems. This article analyzes the main advances, trends and interactions with the social component, emphasizing practical applications to provide functional solutions to water resources problems. A critical-analytical review of 1.592 articles published between 1997 and 2019, compiled with Harzing's Publish or Perish 5 software, was carried out. A trend towards research on water management, fluvial Ecohydrology in arid and semi-arid systems, ecosystem services in watersheds, and Ecohydrology and vegetation is identified. The analysis allowed the identification of possible solutions applicable to the San Juan basin, in Santiago de Cuba, such as the use of phyto and faunotechnologies and the maintenance of the environmental flow.

**KEYWORDS:** Hydrographic Basins, San Juan Basin, Ecohydrology, Aquatic Ecosystems, Hydroecology.

## *O significado prático da Ecohidrologia: uma análise do seu potencial para o estudo de bacias hidrográficas*

**RESUMO**

A ecohidrologia abriu um amplo espectro de pesquisas e soluções para problemas ambientais complexos em ecossistemas aquáticos. Este artigo analisa os principais avanços, tendências e interações com o componente social, enfatizando aplicações práticas para fornecer soluções funcionais para problemas de recursos hídricos. É realizada uma revisão crítico-analítica de 1.592 artigos publicados entre 1997 e 2019, compilados com o software Harzing's Publish or Perish 5. Identifica-se uma tendência de pesquisa sobre gestão da água, Ecohidrologia fluvial, em sistemas áridos e semiáridos; serviços ecossistêmicos em bacias hidrográficas e, Ecohidrologia e vegetação. A análise permitiu identificar possíveis soluções aplicáveis na bacia de San Juan, Santiago de Cuba com o uso de fito e faunotecnologias, y la manutenção do fluxo ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacias Hidrográficas, Bacia de San Juan, Ecohidrologia, Ecossistemas Aquáticos, Hidroecologia.

## *L'importance pratique de l'écohydrologie : une analyse de son potentiel pour l'étude des bassins versants*

**RÉSUMÉ**

L'écohydrologie a ouvert un large spectre de recherche et de solutions aux problèmes environnementaux complexes des écosystèmes aquatiques. Cet article analyse les principales avancées, tendances et interactions avec la composante sociale, en mettant l'accent sur les applications pratiques pour apporter des solutions fonctionnelles aux problèmes de ressources en eau. Une revue critique-analytique de 1.592 articles publiés entre 1997 et 2019, compilés avec les logiciels Publish ou Perish 5 de Harzing, est réalisée. Une tendance vers la recherche sur la gestion de l'eau, l'écohydrologie fluviale, dans les systèmes arides et semi-arides est identifiée; les services écosystémiques dans les bassins versants et, écohydrologie et végétation. L'analyse a permis d'identifier des solutions possibles applicables dans le bassin de San Juan, Santiago de Cuba comme l'utilisation de phyto et faune-technologies technologies, et le maintien du flux environnemental.

**MOTS CLÉ:** Bassins Hydrographiques, Bassin de San Juan, Écohydrologie, Écosystèmes Aquatiques, Hydroécologie.

## *Il significato pratico dell'Ecoidrologia: un'analisi del suo potenziale per lo studio dei bacini fluviali*

**RIASUNTO**

L'ecoidrologia ha aperto un ampio spettro nella ricerca e soluzioni per problemi ambientali complessi negli ecosistemi acquatici. Questo articolo analizza i principali progressi, tendenze e interazioni con la componente sociale, sottolineando le applicazioni pratiche per fornire soluzioni funzionali ai problemi delle risorse idriche. Viene effettuata una revisione critico-analitica di 1.592 articoli pubblicati tra il 1997 e il 2019, compilata con il software Harzing's Publish or Perish 5. Viene individuata una tendenza verso la ricerca sulla gestione dell'acqua, l'ecoidrologia fluviale, nei sistemi aridi e semiaridi; servizi ecosistemici nei bacini idrografici e, Ecoidrologia e vegetazione. L'analisi ha permesso di identificare possibili soluzioni applicabili nel bacino di San Juan, Santiago de Cuba come l'uso di fitotecnologie, fauno-tecnologie e il mantenimento del flusso ambientale.

**PAROLE CHIAVE:** Bacini Idrografici, Bacino di San Juan, Ecoidrologia, Ecosistemi Acquatici, Idroecologia.

## Introducción

El desarrollo de grandes obras de tecnología e ingeniería utilizadas para aprovechar el potencial de servicio del agua ha derivado tanto en resultados positivos como negativos. Algunas prácticas de manejo y utilización de recursos hídricos han causado consecuencias negativas, como es el represamiento del agua proveniente de los ríos para la producción de energía eléctrica, el riego, actividades de turismo acuático, entre otros usos que, lamentablemente, provocan al mismo tiempo la afectación de procesos ecológicos y del movimiento de nutrientes a lo largo de los caudales. En algunos casos, se afectan incluso de forma irreversible los ciclos de vida y reproductivos de algunas especies acuáticas, o bien se favorece la contaminación, con su consiguiente eutrofización de las aguas[1].

El crecimiento exponencial de la población, asociado a la contaminación, es una de las causas de la afectación de la salud de los ecosistemas acuáticos, a lo que se suman los pronósticos poco alentadores del efecto del cambio climático, lo que exige a la comunidad científica, y tomadores de decisión, la búsqueda de soluciones ante las limitaciones de agua, tanto por su cantidad como por la calidad. Ante esta preocupación emergen términos como Hidroecología y Ecohidrología, que implican el desarrollo de investigaciones en la interfase entre las ciencias hidrológicas y la Ecología, para dar soluciones funcionales y creativas a las complejas problemáticas ambientales de los ecosistemas acuáticos, en función de su conservación y la del recurso agua[2].

Cualquiera de estas definiciones considera, en última instancia, los campos de acción de ambas disciplinas científicas, y su impacto en las investigaciones sobre los ecosistemas acuáticos, aun cuando el uso de ambos términos se realice de forma indistinta, y en la práctica tenga diferente significación[3].

Desde el punto de vista etimológico los prefijos "eco" e "hidro" modifican las palabras hidrología o ecología, respectivamente, indicando que la disciplina debe ser más sobre Hidrología en el primer caso y sobre Ecología en el segundo; sin embargo, en la práctica, los ecólogos hacen referencia mayormente a la Ecohidrología, mientras que los hidrólogos a la Hidroecología[4]. Otro aspecto influyente es el idioma, por el matiz que puede añadir a este dilema, ya que, por ejemplo, en francés ¨Hydroecologie¨ se traduce como ecología acuática, que incluye el estudio de ecosistemas dulceacuícolas, salobres, y marino-costeros[5], demostrando que aún existen vacíos al definir las interacciones entre ambas disciplinas.

El marco del Programa Hidrológico Internacional IHP-V estructura la definición de Ecohidrología[6] con gran aceptación por su alcance y aplicabilidad, proponiéndose esta como la ciencia que emerge a partir de técnicas ancestrales, y estudia las complejas interrelaciones funcionales entre la hidrología y la biota a escala de cuenca, considerando el aporte de todas las disciplinas involucradas. Sin embargo, la definición fue adoptada en el contexto del manejo del recurso agua y su conservación biológica, particularmente en términos de evaluación de las respuestas de los ecosistemas acuáticos al estrés hídrico por causas antrópicas o naturales.

En 2002 Zalewski la redefine como la tercera fase del desarrollo de la Ecología, desde la historia natural descriptiva de Linneo, pasando por el entendimiento de los procesos e interacciones, hasta el control y manipulación de los procesos ecológicos en función de mejorar la calidad de los bienes y servicios ecosistémicos. Emerge entonces la necesidad de asumir un enfoque cualitativamente superior[7], en el que los límites de las disciplinas individuales no se visualicen al abordar desde una perspectiva integrada el objeto a investigar, para dar soluciones definitivas y perdurables a los complejos problemas que se enfrentan, lo que va más allá de la discusión teórica, pues implica transformaciones en la manera de actuar.

Los primeros estudios ecohidrológicos se relacionaron con los humedales y los factores hidrológicos que determinan su desarrollo natural[8], identificándose como limitación la unidireccionalidad y limitado campo de acción, al centrar los estudios en las relaciones planta-agua en ecosistemas terrestres y/o acuáticos[9]. A partir de 1999, se desarrollan estudios que relacionan las interacciones ecohidrológicas en zonas áridas, semiáridas, bosques, ríos, arroyos y sistemas lacustres, evidenciándose la no inclusión de los ecosistemas marinos, ni del importante papel que juegan los estudios hidrológicos en las poblaciones tanto de plantas como de animales, denotándose una evolución, a pesar de los vacíos temáticos.

Los problemas ambientales de los ecosistemas acuáticos son complejos, siendo agravados por el

[1] Albarracín *et al*., 2018, 24.
[2] Guswa *et al*., 2020. UNESCO, 2022.
[3] Zalewski Maciej, 2011.
[4] Dunbar; Acreman, 2001.
[5] Hannah; Wood; Sadler, 2004.
[6] UNESCO, 1997.
[7] Zalewski, 2002.
[8] Albarracín *et al*., 2018.
[9] Wassen; Grootjans, 1996.

hecho de que cada red hidrográfica, como resultado de características específicas y factores morfoestructurales[10], geomorfológicas, climáticas, biológicas, culturales, demográficas y las actividades económicas que se desarrollan es prácticamente única. La degradación de los ecosistemas de agua dulce y los recursos hídricos están relacionados con la contaminación, la interrupción de los ciclos del agua y el reciclaje de nutrientes, todos asociados en mayor o menor intensidad con la variabilidad climática, y la influencia de los efectos del cambio climático[11]. El análisis de cada proceso puede ser llevado a cabo a través del establecimiento de redes hidrológicas o de drenaje, ubicadas en diferentes puntos de una cuenca, con características hidrológicas basadas en la elevación, precipitación, evapotranspiración y caudal, que facilitan la obtención de datos para estudios del régimen hidrológico[12]; sin embargo, la Ecohidrología concibe un análisis integrador, de mayor alcance.

La contaminación, uno de los problemas clave de los ecosistemas acuáticos, puede ser tratada con la utilización de tecnologías apropiadas; mientras que la degradación de estos ecosistemas resulta mucho más compleja, al incluir en el análisis cómo se alteran los ciclos de nutrientes establecidos evolutivamente, la destrucción de la estructura biótica a nivel ecosistémico, tanto en el río como a nivel de la cuenca. Se hace necesario entonces un abordaje integrado de la problemática a nivel del ecosistema para mejorar la comprensión de estos procesos, sentando las bases necesarias para el entendimiento de la regulación de la dinámica de nutrientes; de la interacción de problemas que conducen a la degradación del ecosistema, sus bienes y servicios, y, en última instancia, la mejora de la resiliencia de estos ecosistemas al impacto humano.

La cuenca hidrográfica, definida como una unidad espacial ecogeográfica vulnerable a los cambios del clima, es una zona geográfica relevante para analizar los procesos ambientales, con mayor significación en términos de planificación territorial y los asuntos ambientales clave para enfrentar la pérdida de integridad de los subsistemas que componen dicha unidad, entre los que se han identificado: la deforestación, contaminación de las aguas, eutrofización, degradación de los suelos, pérdida de la diversidad biológica, crecimiento poblacional e industrial acelerado, pérdida de la vegetación y disminución en la disponibilidad del agua[13], así como afectaciones en la conectividad de los ecosistemas y el paisaje.

Es considerada entonces la cuenca hidrográfica como unidad básica para la gestión integrada de los recursos hídricos, puede estar conformada por una o varias cuencas hidrológicas, pero se enfoca más en el agua superficial. La cuenca hidrológica es reconocida como la cavidad natural, delimitada por las alturas topográficas, en la que convergen precipitaciones y escurrimientos hacia una corriente principal y, finalmente, llega a un punto común de salida; esta incluye el flujo de agua subterránea y la recarga y descarga de acuíferos[14]. Su gestión adecuada es esencial para garantizar disponibilidad y calidad del agua para el consumo humano, la agricultura, la industria y la conservación ambiental.

En el ámbito social, mientras mayor sean las demandas sobre los ecosistemas, en términos de la intensidad del uso de los recursos, estos resultan menos sostenibles. En las últimas décadas se ha incrementado dramáticamente la escala de utilización de los recursos naturales; si bien la conciencia ambiental ha propiciado cambios discretos en función de disminuir las presiones sobre los ecosistemas[15]. Es importante remarcar la conectividad entre los objetivos de desarrollo en función de la sostenibilidad de los recursos. Cualquiera sea el análisis, la unidad de planificación y gestión de los recursos hídricos debe ser manejada para garantizar no solo la disponibilidad y calidad del agua para usos múltiples y sostenibles, sino la protección y sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos, sus bienes y servicios.

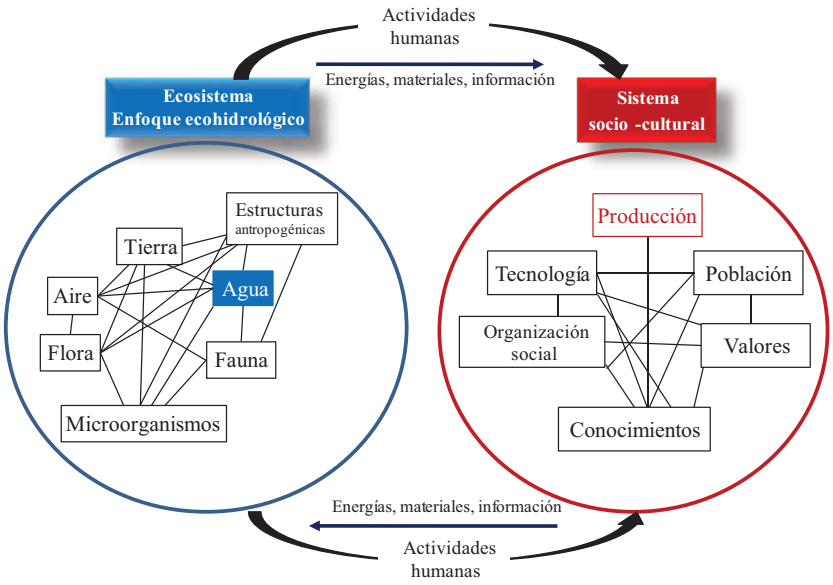
La Ecohidrología incluye, de manera esencial, la relación e interdependencia entre el ecosistema y el componente sociocultural (Figura 1).

Los cuatro puntos cardinales que determinan los vínculos y las interacciones entre el ser humano y su entorno permanecen inalterables a pesar de los grandes cambios que han tenido lugar en dicha relación: población, medio ambiente, organización social y tecnología. Esto constituye la base de análisis de la Ecología humana.

El objetivo de este artículo es el análisis de los principales avances y tendencias de la Ecohidrología, y su interacción con el componente social, haciendo énfasis en sus aplicaciones prácticas para la solución de las problemáticas a nivel de cuencas hidrográficas, específicamente en la cuenca San Juan, cuenca de interés para la provincia de Santiago de Cuba, donde confluyen múltiples problemas.

[10] García de la Vega, 2012.
[11] Nazari-Sharabian; Ahmad; Karakouzian, 2018. Arheimer *et al.,* 2005.
[12] Samaniego, 2020.
[13] González *et al.*, 2016.
[14] González *et al.*, 2016.
[15] Marten Gerald, 2001.

Figura 1. La Ecohidrología desde la perspectiva de la Ecología humana




Fuente: Human Ecology: Basic Concepts for Sustainable Development (Gerald Marten, 2001).

## Materiales y métodos

La metodología utilizada para el tratamiento de los datos en función del análisis bibliométrico y exploratorio fue seleccionada a partir de una compilación de las revisiones de varios autores[16]. Para identificar la literatura primaria sobre Ecohidrología como tema principal, y sus tendencias, se realizó una búsqueda sistemática utilizando el *software* Harzing´s Publish o Perish 5. El diagrama con la estrategia metodológica para el desarrollo de la revisión crítico-analítica se presenta en la Figura 2.

Se realizaron búsquedas de artículos científicos entre 1997 y 2019, utilizando Google Scholar y Crossref. El total de artículos compilados fue de 1974, seleccionando de estos 1.592, a partir de criterios de inclusión preestablecidos y la eliminación de duplicados o trabajos con referencias incompletas. Fueron seleccionados artículos escritos en idioma español, francés, inglés y/o portugués.

Se procedió a la lectura de los títulos y el análisis de los resúmenes para realizar la clasificación por temáticas.

Se consideraron los siguientes indicadores para el análisis de los artículos seleccionados:

- Indicadores bibliométricos
  *Total de artículos y distribución por año*
  *Distribución de documentos por países*
  *Distribución de artículos por temas*
  *Artículos, autores y países más citados*
  *Distribución de artículos por revistas*
- Indicadores de contenido: temas (principales y en tendencia)
- Indicadores de contenido específico: *análisis de la investigación ecohidrológica centrada en cuencas hidrográficas. Definición del término Principales resultados*

Para el desarrollo de contenidos específicos se realizaron de forma complementaria viajes exploratorios por la cuenca San Juan, para confirmar las problemáticas existentes y la evaluación de parámetros físico-químicos. Se realizó un diagrama de Ishikawa para determinar el problema fundamental, sus causas e impactos.

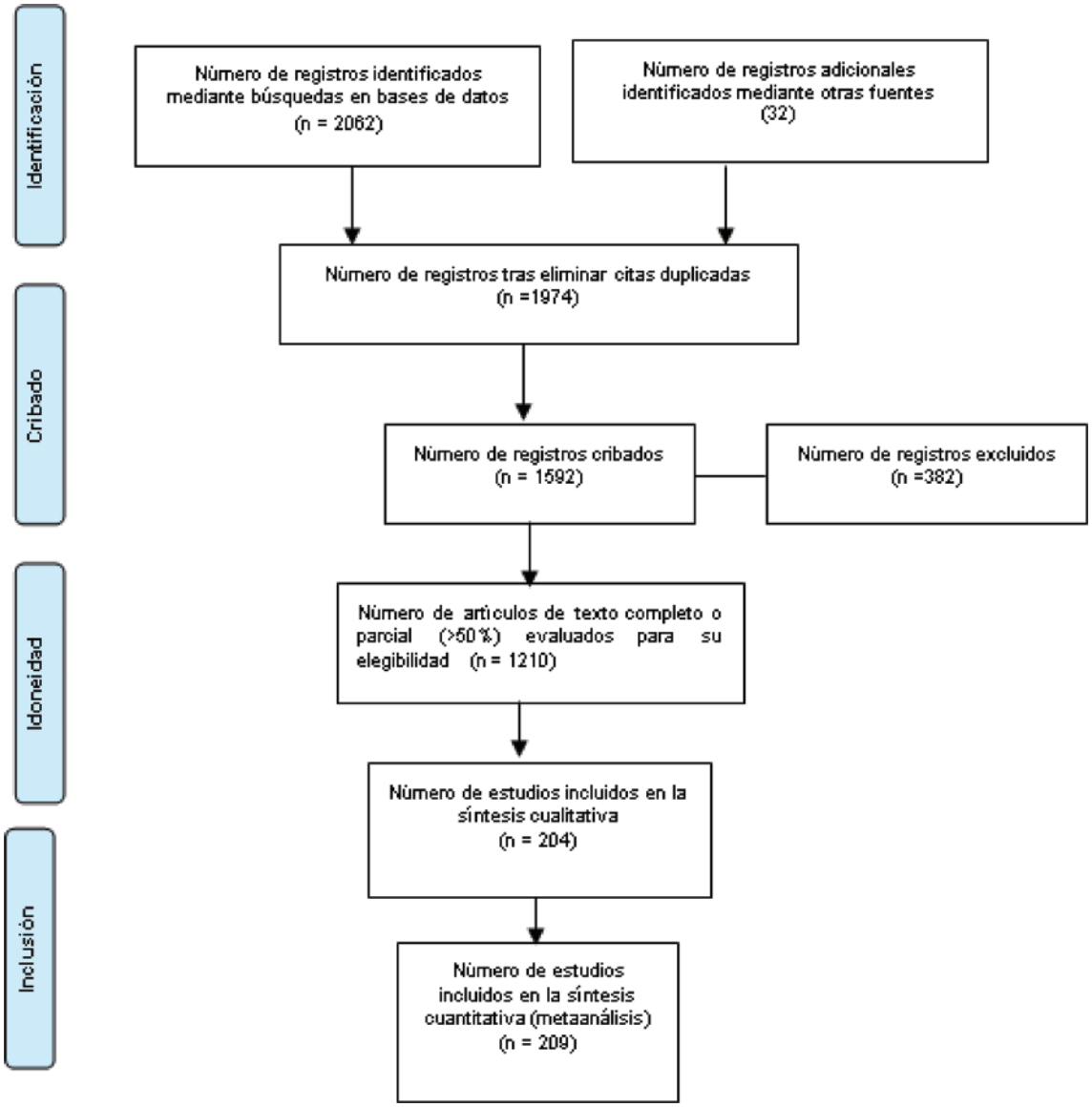
## Resultados, análisis y discusión

### *Resultados del análisis bibliométrico*

La evaluación del número de publicaciones por año permitió identificar una tendencia incremental con crecimiento exponencial. Un análisis tendencial más detallado de las publicaciones seleccionadas (n=1.592) se observa al analizar este total distribuido en cuatro períodos (Figura 3), siendo el período 2015-2019 el de mayor producción científica con 1.258 artículos (63.7 %). Durante todo el tiempo se manifiesta una tendencia creciente en las investigaciones sobre Ecohidrología, quedando conformada la base de datos con 1.592 docu-

[16] Marín-Martínez; Sánchez- Meca, 2009. Sánchez-Meca; Marín-Martínez; López-López, 2011.

Figura 2. Diagrama estratégico con los principales pasos desde la compilación hasta el análisis




Fuente: elaboración propia.

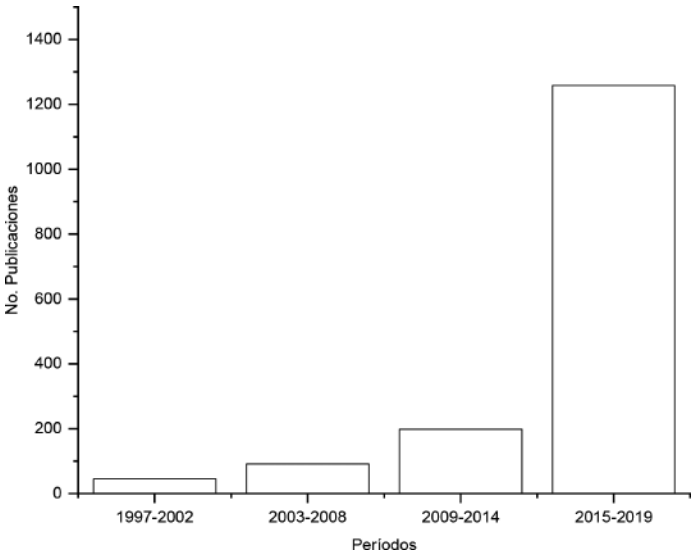
mentos con los que se trabaja de forma más detallada para elaborar la revisión.

Diverso fue el origen de las publicaciones en cuanto al país de procedencia. Se identifican un total de 35 países, siendo Estados Unidos el país con mayor cantidad de publicaciones (79,1 %), seguido por China (3,8 %), Australia (3,1 %), Reino Unido (2,8 %) y Canadá (2,0 %), países que concentran el 90 % de la producción científica en la temática, dentro de los datos revisados (Tabla 1). En este análisis aparece Cuba solo con 2 artículos que corresponden a los autores Martínez; Villalejo, ambos en el último período de análisis, denotando limitaciones en la aplicación de este enfoque en contexto.

El análisis de las temáticas de los trabajos publicados sobre Ecohidrología constituye un aspecto relevante para el desarrollo y argumentación de futuras investigaciones, con la intención de buscar respuestas a desafíos locales. Se identifican ocho grandes temas de investigación (Tabla 2), siendo significativamente mayor la cantidad de artículos publicados en relación con el manejo de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos (33,3 %), seguido por la Ecohidrología fluvial: régimen de flujo hídrico y dinámica de procesos fluviales (21,5 %), Ecohidrología en sistemas áridos y semiáridos (10,2 %), servicios ecosistémicos en cuencas hidrográficas (9,3 %), Ecohidrología y vegetación (8,4 %).

Una valoración general demostró que las publicaciones referidas al surgimiento de la Ecohidrología como ciencia y sus principios fueron el punto de partida de muchos de los trabajos revisados, derivando sus

Figura 3. Variación del número de artículos publicados entre 1997 y 2019 por períodos (n=1.592)




Fuente: elaboración propia.

resultados en el vínculo de acciones, propuestas estratégicas y asuntos concernientes a la gestión, aplicados su mayoría en cuencas hidrográficas.

Tabla 1. Distribución de artículos publicados en Ecohidrología por países

| Países | Cantidad de artículos publicados |
|---|---|
| **Estados Unidos** | 1260 |
| **China** | 60 |
| **Australia** | 50 |
| **Reino Unido** | 45 |
| **Canadá** | 30 |
| **Japón** | 25 |
| **México** | 20 |
| **Alemania** | 14 |
| **Argentina** | 13 |
| **España, Brasil** | 7 |
| **Austria, Polonia** | 6 |
| **Tanzania, Eslovaquia, Nueva Zelanda** | 5 |
| **Suiza** | 4 |
| **Francia** | 3 |
| **Bélgica, Gana, Corea, Cuba, Ecuador** | 2 |
| **Indonesia, Honduras, Grecia, Etiopia, Irán, Portugal, Chile, Venezuela, Suecia, Dinamarca, Holanda, Perú** | 1 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Temáticas de investigación en relación con la Ecohidrología y patrón de distribución de artículos (n=1.592)

| N.º | Temáticas principales | N.º de artículos |
|---|---|---|
| **1.** | Manejo de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos | 530 |
| **2.** | Ecohidrología fluvial: régimen de flujo hídrico y dinámica de procesos fluviales | 342 |
| **3.** | Ecohidrología en sistemas áridos y semiáridos | 163 |
| **4.** | Servicios ecosistémicos en cuencas hidrográficas | 149 |
| **5.** | Ecohidrología y vegetación | 133 |
| **6.** | Dinámica de nutrientes y sedimentos en ecosistemas acuáticos | 103 |
| **7.** | Ecohidrología en humedales y estuarios | 88 |
| **8.** | Ecohidrología y cambio climático | 84 |
| | **Total** | **1.592** |

Fuente: elaboración propia.

Entre 1997 y 2005 se publican al menos doce artículos cuyo propósito fue dar a conocer la existencia de la Ecohidrología como ciencia, su definición y premisas[17], se introduce la explicación de la dinámica de la vegetación en relación con los recursos hídricos[18], y se explica la influencia de la variabilidad climática sobre la estabilidad y conservación de los recursos hídricos

[17] Zalewski, 2005.
[18] Gómez, 2003. Bailey, 1999.

con sistemas de modelación para los ecosistemas fluviales[19].

Entre 2006 y 2019 se diversifican las temáticas de investigación; se observa un mayor intercambio de los resultados científicos, visualizados a través del desarrollo de talleres, programas y eventos[20]. Son definidas en diversos ecosistemas áreas de trabajo demostrativas en diferentes partes del mundo (cuencas hidrográficas, humedales, lagos, estuarios) poniéndose en práctica la aplicación de instrumentos ecohidrológicos al estudio de caudales ecológicos, dinámica de nutrientes, influencia de los cambios climáticos, dinámica de la vegetación, resiliencia, biodiversidad, importancia de las riberas y el balance hídrico[21].

Se muestran además propuestas de soluciones ecotecnológicas a las problemáticas encontradas y análisis de estas, sustentando el desarrollo de la Ecohidrología como ciencia encargada de la sostenibilidad y gestión de los recursos hídricos[22]. Un análisis de las publicaciones en los últimos 5 años (n=1.258; 2015-2019), permite definir las tendencias y el patrón de distribución de artículos (Tabla 3).

El manejo de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos fue el tema con mayor número de publicaciones (33 %) seguido por la Ecohidrología fluvial: régimen de flujo hídrico y dinámica de procesos fluviales (21 %), la Ecohidrología de ecosistemas áridos y semiáridos (10 %), el estudio y valoración de los servicios ecosistémicos en cuencas hidrográficas (9 %), Ecohidrología y vegetación (8 %).

Tabla 3. Temáticas de investigación en el último quinquenio en relación con la Ecohidrología y distribución de la cantidad de artículos por temática

| N.º | Temáticas principales | N.º de artículos |
|---|---|---|
| **1.** | Manejo de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos | 420 |
| **2.** | Ecohidrología fluvial: régimen de flujo hídrico y dinámica de procesos fluviales | 269 |
| **3.** | Ecohidrología en sistemas áridos y semiáridos | 128 |
| **4.** | Servicios ecosistémicos en cuencas hidrográficas | 118 |
| **5.** | Ecohidrología y vegetación | 104 |
| **6.** | Dinámica de nutrientes y sedimentos en ecosistemas acuáticos | 84 |
| **7.** | Ecohidrología en humedales y estuarios | 69 |
| **8.** | Ecohidrología y cambio climático | 66 |
| | **Total** | **1.258** |

Fuente: elaboración propia.

La selección de autores más citados se realizó teniendo en cuenta los 1.592 artículos revisados, considerando que el número de citas fuera superior a 200 (Tabla 4). El país de origen fue vinculado con la filiación del autor principal, resultando 10 trabajos representados por 5 países (Polonia, Italia, Reino Unido, Canadá y Estados Unidos).

Si bien el trabajo más citado en este campo es el libro de Eric Wolanski con 411 citas, que se inscribe en el área temática Ecohidrología en humedales y estuarios, probablemente el tema con más historia en esta disciplina lo aborda Zalewski, precursor del concepto de Ecohidrología como ciencia; el artículo más citado (253 citas) es de su autoría en 2002. Este artículo se inscribe en el tema: manejo de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos.

Zalewski es director del Centro Regional Europeo de Ecohidrología de la Academia de Ciencias de Polonia y presidente del Comité Directivo del Programa de Ecohidrología de la UNESCO. En la Tabla 5 se muestra su índice Hirsh (h) y el de los autores principales de los artículos con más de 200 citas. D'Odorico participa en 5 de los artículos más citados, y A. Porporato en 3. El índice Hirsh es una métrica que considera la productividad y el impacto de las publicaciones; un índice h de 50 representa que al menos 50 artículos han sido citados 50 veces[23].

Para el análisis de la distribución por revistas se seleccionó una muestra de 872 artículos haciendo énfasis en los temas más relevantes por el número de publicaciones, privilegiando los últimos cinco años. Estos artículos aparecen publicados en 49 revistas, entre las que se incluyen las 14 de los 33 artículos más citados.

Las revistas y la cantidad de artículos publicados se muestran en la Tabla 6. Según su relevancia por cantidad de publicaciones, destaca Ecohydrology con 330 artículos, 10 de ellos con más de 100 citas. Al momento del análisis y en actualizaciones posteriores hasta el primer trimestre de 2023, el 68 % de los artículos (n=592) se publicó en revistas de alto impacto, lo que evidencia su visibilidad.

[19] Arduino, 2017b. Peteán, J., 2008. Quintero; Mejía, 2004.
[20] Gaviño, 2014. Saldaña, 2013.
[21] Allan; Castillo; Capps, 2007. Bernal; Donado, 2010. Garrido *et al.*, 2010. Wolanski, 2007.
[22] Azuara *et al.*, 2018.
[23] Gisbert; Panés, 2009.

Tabla 4. Autores y trabajos más citados por países, años y revistas o editorial

| N.º de citas | Autor | Título de la publicación | País | Año | Revista/ Editorial |
|---|---|---|---|---|---|
| **253** | M. Zalewski | Ecohydrology: The use of ecological and hydrological processes for sustainable management of water | Polonia | 2002 | *Hydrological Sciences* |
| **249** | F. Borgogno, P. D'Odorico, F. Laio | Mathematical models of vegetation pattern formation in Ecohydrology | Italia | 2009 | *Geophysics* |
| **242** | A. Porporato, P. D'odorico, F. Laio, L. Ridolfi | Ecohydrology of water-controlled ecosystems | Italia | 2002 | *Water Resources Research* |
| **231** | A.J. Guswa, M.A. Celia | Models of soil moisture dynamics in Ecohydrology: A comparative study | Estados Unidos | 2002 | *Water Resources Research* |
| **229** | S.P. Good, D. Noone, G. Bowen | Hydrologic connectivity constrains partitioning of global terrestrial water fluxes | Estados Unidos | 2015 | *Water Resources Research* |
| **222** | D'Odorico, G.S. Okin, B.T. Bestelmeyer | A synthetic review of feedback and drivers of shrub encroachment in arid grasslands | Estados Unidos | 2012 | *Ecohydrology* |
| **216** | L. Turnbull, J. Wainwright | A conceptual framework for understanding semi-arid land degradation: Ecohydrological interactions across multiple-space and time scales | Reino Unido | 2008 | *Ecohydrology* |
| **212** | Krause, S., Hannah, D., Fleckenstein, J., Heppell, C., Kaeser, D., Pickup, R., Pinay, G., Robertson, A. Inter-disciplinary perspectives on processes in the hyporheic zone | | Reino Unido | 2011 | *Ecohydrology* |
| **209** | Adams, H., Luce, C., Breshears, D., Allen, C., Weiler, M., Hale, V., Smith, A., Huxman, T. | Ecohydrological consequences of drought-and infestation-triggered tree die-off: insights and hypotheses | Estados Unidos | 2012 | *Ecohydrology* |
| **202** | Waddington, J., Morris, P., Kettridge, N., Granath, G., Thompson, D., Moore, P. | Hydrological feedback in northern peatlands | Canadá | 2015 | *Ecohydrology* |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Índice Hirsch del primer autor de los artículos con más de 200 citas, según Citas Google Base de Datos SCOPUS (19/07/2023)

| N.º | Nombre del autor principal | Índice-Hirsh |
|---|---|---|
| **1.** | H. Adams | 435 |
| **2.** | P. D'Odorico | 312 |
| **3.** | M. Zalewski | 186 |
| **4.** | S. Krause | 180 |
| **5.** | J. Waddington | 168 |
| **6.** | A. Porporato | 64 |
| **7.** | L. Turnbull | 45 |
| **8.** | S.P. Good | 27 |
| **9.** | A.J. Guswa | 21 |
| **10.** | F. Borgogno | 10 |

Fuente: elaboración propia.

El 75 % (442) en 14 revistas del cuartil 1 (Q1), el 5 % (29) en dos revistas en el cuartil 2 (Q2), el 15 % (89) en cuatro revistas del cuartil 3 (Q3) y el 5 % (32) en revistas del cuartil 4 (Q4) de esta área del conocimiento y/o afines.

La distribución por cuartiles es un proceso continuo y dinámico, que se actualiza regularmente, y garantiza estándares de calidad en las publicaciones científicas. Esta se realiza por áreas de conocimiento, estableciendo un ordenamiento de las revistas. Diferentes bases de datos pueden ordenar las revistas por cuartiles con diferentes resultados, lo que depende de los algoritmos e indicadores que consideren; además, pueden ordenar estas por factor de impacto, promedio de citas por año, entre otros. En este caso se consideraron los cuartiles establecidos por SCOPUS, que utiliza la metodología del promedio de citas por año; en estos momentos se encuentra en actualización[24].

La existencia de revistas temáticas que publican trabajos relacionados con la Ecohidrología da una medida del interés en esta área del conocimiento científico, destacando la presencia de tres revistas que usan el término desde su propia concepción: *Ecohydrology*, *Ecohydrology and Hydrobiology* y *Dryland Ecohydrology*.

[24] SCOPUS, 2023.

Tabla 6. Distribución de los 872 artículos seleccionados por revistas

| Revistas | Artículos publicados |
|---|---|
| *Ecohydrology* | 330 |
| *Ecohydrology y Hydrobiology* | 50 |
| *Hydrological Processes* | 42 |
| *Water Resources Management* | 40 |
| *Water Resources Research* | 32 |
| *Dryland Ecohydrology* | 30 |
| *Journal of Hydrology* | 27 |
| *Freshwater Science* | 25 |
| *Soil and Water Research* | 24 |
| *Plant Ecology y Diversity* | 21 |
| *Journal of Water Resource and Protection* | 20 |
| *EGU General Assembly, Hydrology and Water Resource* | 18 |
| *American Geophysical Union, Hydrology Research* | 15 |
| *Springer Series on Environmental Management, Technical Report* | 12 |
| *Environmental Science y Technology, Journal of Hydraulic Research* | 10 |
| *Environmental Science, River research and Applications* | 8 |
| *Hydrology and Earth System Sciences, Limnology and oceanography: Methods* | 7 |
| *Journal of Glaciology and Geocryology* | 6 |
| *Tree Physiology, Geophysical Research, AoB Plants, Science of The Total Environment, Biología, Quaternary Science Reviews, Geomorphology, Journal of Applied Sciences, Limnologica, Nature Climate Change, New Phytologist* | 5 |
| *Engineering and Ecohydrology, Asia-Pacific Journal of Earth Sciences, International Journal of Sustainable Lighting, Biodiversity in Ecosystem, Journal of Environmental Quality, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Earth-Science Reviews, Developments in Earth Surface Processes, Coasts and Estuaries, Continental Shelf Research, Journal Sumberdaya Lahan, Geophysics, Irish Geographay, National Science Review* | 3 |

Fuente: elaboración propia.

## *Análisis de la investigación ecohidrológica centrada en cuencas hidrográficas*

Una de las primeras referencias sobre Ecohidrología fue definida por la UNESCO en 1999 como una nueva aproximación a la restauración y gestión sostenible de los recursos hídricos, explicando que la misma provee una herramienta para la administración de la degradación ecológica del agua y los procesos en la superficie. La Ecohidrología fue considerada un nuevo paradigma, al permitir un análisis integrado de dos aspectos clave para los ecosistemas acuáticos, fusión que no es solo terminológica, sino conceptual. En los sistemas acuáticos, esta ciencia busca entender la regulación dual entre los procesos hidrológicos y ecológicos, con la integración de conocimientos en función de soluciones innovadoras; este tema ha sido mentado en 190 de los artículos revisados[25].

En el ¨Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos: soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para la gestión del agua¨, de 2018, la Ecohidrología fue considerada como una ciencia dentro de los conceptos compatibles con esta definición, explicando que debe regirse por tres principios básicos[26]:

a) Integrar y comprender las interrelaciones agua-biota a escala de cuenca.
b) Entender que evolutivamente se ha establecido una resistencia de los organismos vivos al estrés, sobre

[25] Zalewski; Robarts, 2003.
[26] Unesco, 2018.

todo hídrico y climático, a partir de la cual pierden su capacidad de resiliencia.

c) Entender la necesidad del uso de las propiedades de los ecosistemas como instrumentos de gestión (medición de eficacia de la diversidad biológica, calidad y cantidad del agua, entre otros).

En 2017 la UNESCO reconocía que la Ecohidrología presentaba un enfoque innovador en el ámbito de las ciencias ambientales debido a que los estudios de esta interrelación permitirán mantener la capacidad de los procesos evolutivos de circulación de agua, nutrientes y flujos energéticos a escala de cuencas, mediante la ordenación integrada de los procesos biológicos, biogeoquímicos e hidrológicos[27].

El enfoque ecohidrológico está en total sintonía con los nuevos marcos normativos para la gestión de los recursos hídricos a nivel global, como son: la Directiva 2000/60/CE de política de aguas; la Directiva 2007/60/CE de evaluación y gestión de los riesgos de inundación, y la Directiva 2006/118/CE contra la contaminación[28], siendo estas herramientas que sirven de vínculo directo entre el papel de los servicios ecosistémicos y los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) para el 2030[29]. En el contexto en el que se realiza la investigación, es importante señalar la relevancia de la nueva Ley 150 de 2022 del Sistema de los Recursos Naturales y del medioambiente para Cuba[30], las proyecciones de la Tarea Vida, la nueva Estrategia Ambiental 2023-2030, así como la Ley 124 de 2017 de las Aguas Terrestres[31].

Diversos son los ejemplos demostrativos que han contribuido al establecimiento de la Ecohidrología como ciencia. El Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO[32] expone los resultados de 23 sitios demostrativos distribuidos en 18 países de América Latina, África, Europa, Asia y Oceanía, de los cuales el 56 % es en cuencas hidrográficas, los ríos representan el 18 %, y los humedales y estuarios el 13 %, respectivamente. Diferentes son las soluciones ecohidrológicas aplicadas en cada sitio demostrativo, dependiendo de la problemática presente en cada uno[33],destacando:

- el empleo de las fitotecnologías como solución ecohidrológica, que se han utilizado en el 65 % de los sitios.

El mantenimiento del caudal ambiental para la preservación de las condiciones ecológicas y mejoramiento de la calidad del agua representa el 48 % de las soluciones aplicadas en Francia, entendiéndose como caudal ambiental la cantidad de agua necesaria para restablecer el río y rehabilitar el ecosistema hasta un estado o condición requerida[34], mientras que el ecológico es aquel que mantiene el funcionamiento, composición y estructura del ecosistema fluvial en condiciones naturales, preservando valores ecológicos, como el hábitat natural, y funciones ambientales como purificación de aguas, amortiguación de extremos hidrológicos mínimos, recreación y pesca[35].

- Los cambios en la infraestructura ecohidrológica de los sistemas fluviales, que constituyen el 43 %, vinculados estos con la construcción de sistemas de filtración para absorber contaminantes.
- La faunotecnología aplicada en un 22 % de las soluciones, a través de la construcción de zanjas reactivas y estanques de retención con distribución de diferentes especies, lo que permite la renaturalización de tramos fluviales y humedales ribereños.

Cada uno de los sitios demostrativos tiene como objetivo mostrar una aplicación de la Ecohidrología para tratar problemas tales como concentraciones de nutrientes, floraciones de cianobacterias, purificación de agua en diversos hábitats acuáticos, con el objetivo de encontrar soluciones a largo plazo, integrando el componente social. Estas soluciones han estado enfocadas en mejorar el potencial ecosistémico en función de su sostenibilidad y, de esta forma, incidir en la mejora de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) en áreas específicas. De acuerdo con los principios ecohidrológicos, cinco son los elementos necesarios para lograr estos objetivos en ecosistemas acuáticos, y son, por sus siglas en inglés: WBSRC (W–agua, B–biodiversidad, S–servicios ecosistémicos, R–resiliencia y C–patrimonio cultural)[36].

[27] Zalewski, 2015.
[28] UNESCO, 2010.
[29] Martínez; Villalejo, 2018.
[30] GOC, 2022.
[31] GOC, 2017.
[32] UNESCO, 2017.
[33] Arduino, 2017b. UNESCO, 2021.
[34] Martínez; Villalejo, 2020.
[35] Martínez; Villalejo, 2018.
[36] UNESCO, 2023.

En 2019, la UNESCO presentó un informe sobre la evaluación del recurso agua a nivel mundial, planteando que su uso ha venido aumentando en 1 % anual, esperando para el 2050 un incremento entre el 20 y el 30 %. Se plantea, además, que un gran número de personas no tiene acceso al agua potable, ni a algún tipo de saneamiento, aspecto condiderado dentro de los derechos humanos[37].

La Ecohidrología se desarrolla paulatinamente, y para los años venideros entre sus funciones se registra la de revertir la degradación de recursos hídricos y detener la disminución de la biodiversidad, identificando cinco áreas focales fundamentales de trabajo[38]:

- Dimensión hidrológica de una cuenca: identificación de amenazas y oportunidades potenciales para un desarrollo sostenible.
- Conformación de la estructura ecológica de la cuenca para la mejora potencial del ecosistema (productividad biológica y biodiversidad).
- Solución del sistema ecohidrológico e ingeniería ecológica para la mejora de la resiliencia del agua, los ecosistemas y sus servicios.
- Ecohidrología urbana: purificación y retención de aguas pluviales en el paisaje de la ciudad, potencial de mejora de la salud y calidad de vida.
- Regulación ecohidrológica para sustentar y restaurar la conectividad continental costera y el funcionamiento del ecosistema.

La cuenca hidrográfica es el escenario físico ideal para el análisis de la concepción científica de Ecohidrología para la planificación hídrica, se encuentre en estado natural, antropizado o francamente degradado[39]; sin embargo, la dimensión hidrológica es relevante.

Por otra parte, la seguridad hídrica está sustentada en la protección de las cuencas hidrográficas, y es definida como la capacidad de una determinada población para salvaguardar el acceso a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable, que permita proteger tanto la salud humana como la del ecosistema[40], de aquí la necesidad de tener en cuenta la creciente inestabilidad climática, el crecimiento demográfico, las migraciones humanas y el surgimiento de nuevos centros geopolíticos que afectarán a la economía internacional, siendo necesario de manera urgente hacer retroceder la degradación de los recursos hídricos y detener el avance de la pérdida de biodiversidad, dentro de las medidas de protección de los ecosistemas acuáticos. Esto solo será posible si la sociedad es capaz de apreciar y optimizar los servicios brindados por los ecosistemas, junto con el mejoramiento de la resiliencia de las cuencas ante el grado de presión climática y antropogénica.

Para América Latina y el Caribe se ha presentado el Programa Regional de Ecohidrología, que establece el Plan Estratégico PHI-VIII 2014-2021: "Seguridad hídrica: respuestas a los desafíos locales, regionales, y mundiales", que incluye el tema 5 "Ecohidrología: creación de armonía para un mundo sostenible, con cinco áreas focales, dos de ellas referidas al trabajo en cuencas hidrográficas"[41], pero necesita una aplicación sistemática y su actualización.

Los indicadores ecohidrológicos relacionados específicamente con la gestión integrada de recursos hídricos y trabajados a escala de microcuenca se vinculan con la cobertura boscosa, el uso del suelo, la protección de la vegetación ribereña y la calidad del agua[42], que deben incluirse en cualquier análisis con enfoque ecohidrológico.

El análisis realizado ha integrado indicadores bibliométricos y cualitativos, a partir de una revisión crítica de la literatura en un período de 22 años, lo que ha permitido no solo explicar la relevancia de la Ecohidrología y su evolución, desde su primera definición en 1997, sino el interés sostenido en este enfoque reflejado en las investigaciones publicadas, con una tendencia hacia temáticas clave como la gestión del agua, tema fundacional; la Ecohidrología fluvial, por la relevancia de las aguas superficiales; la de sistemas áridos y semiáridos, aspecto que cobra fuerza considerando la necesidad de entender la dinámica de estos ecosistemas; los servicios ecosistémicos en cuencas hidrográficas y la relación de la Ecohidrología con la vegetación; todos enfocados a la integración de disciplinas y la búsqueda de soluciones basadas en la naturaleza.

Este análisis ha permitido focalizar en contexto la situación de una cuenca, precisando posibles soluciones para su degradación, con implicaciones en la calidad de sus bienes y servicios.

[37] UNESCO, 2019.
[38] Martínez; Villalejo, 2019
[39] González; Hernandez; Romero, 2013. Zalewski, 2000.
[40] Martínez; Villalejo, 2020.
[41] Bowleg; Gaviño, 2018.
[42] Caballero *et al.*, 2019.

## *Un análisis en contexto: la situación de la cuenca San Juan en Santiago de Cuba*

En Cuba, la gestión integrada de cuencas hidrográficas (GICH) se ha institucionalizado gradualmente como resultado de los cambios sustanciales ocurridos en las últimas cinco décadas[43]. El Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas de la República de Cuba, creado en abril de 1997, considera la cuenca hidrográfica como principal unidad de gestión ambiental del territorio; unidad básica de estudio, de planificación y desarrollo, utilizándose esta como ámbito de aplicación de los programas y planes de manejo integral de los recursos naturales, en su vínculo con el desarrollo económico y social[44]; sin embargo, hay que hacer énfasis en la necesaria inclusión de la dimensión hidrológica.

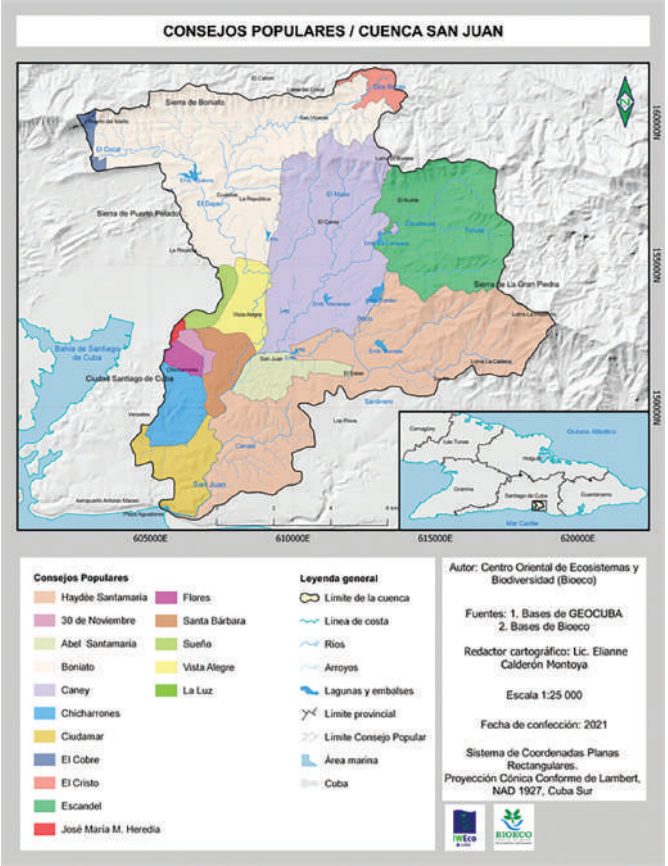
Como ejemplo de acciones concretas vinculadas a la GICH se pueden mencionar las siguientes:

- Creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en abril de 1994.
- Aprobación de la Estrategia Ambiental Nacional (1996), en la cual se definen los principales problemas ambientales del país, y se identifican las acciones para su solución o mitigación y sus subsiguientes actualizaciones hasta la fecha (Estrategia Ambiental Nacional 2023-2030).
- Aprobación de la Ley 81 "Del Medio Ambiente", aprobada en 1997 en sustitución a la Ley 33. En sus artículos 110 y 111 se definen los objetivos del manejo integrado en las cuencas hidrográficas y se formula la creación de un Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas (CNCH), considerando "la cuenca hidrográfica como la unidad básica para la gestión ambiental", en función del desarrollo sostenible.
- Aprobación reciente de la nueva Ley 150: 2022 encaminada a ordenar y fortalecer la institucionalidad y el marco jurídico para la implementación de la Estrategia Ambiental Nacional, incluyendo el fomento de la educación, la conciencia, cultura ambiental, y la sostenibilidad económica-financiera del país.
- Elaboración del Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo, como adecuación cubana a la Agenda 21.
- Elaboración del Decreto 280: 2007 con el acuerdo 6055 y la Resolución 52: 2007 que establece el reglamento de los Consejos de Cuenca.

La creación del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas (CNCH) permitió promover un nuevo estilo de trabajo, donde se integran el análisis de los recursos naturales, la estructura económica y de servicios, con un enfoque sostenible. En una primera etapa de esta estructura se definen primeramente ocho cuencas de máxima prioridad nacional, de acuerdo con su complejidad económica, social y ambiental, el grado de afectación a sus recursos naturales y sus características generales[45]. Posteriormente se identifican 10 cuencas de interés nacional, además de 51 cuencas de interés provincial [46].

En la región oriental de Cuba, específicamente en el municipio de Santiago de Cuba, la cuenca San Juan (Mapa 1) es identificada como un ecosistema de interés provincial bajo protección, pues abastece al 33 % de la población del municipio. Por diversas causas los planes

Mapa 1. Cuenca hidrográfica del río San Juan y sus consejos populares




Fuente: Conservación y uso sostenible de la biodiversidad desde el enfoque de manejo integrado de cuencas y áreas costeras. Manuscrito no publicado. Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad. (Bioeco, 2022). Santiago de Cuba.

[43] Urquiza; Gutiérrez, 2014.
[44] González, 2011.
[45] CAP, 2004.
[46] Castro, 2009.

de acción aplicados para la gestión de la cuenca para mitigar o erradicar las principales problemáticas identificadas aún resultan insuficientes[47].

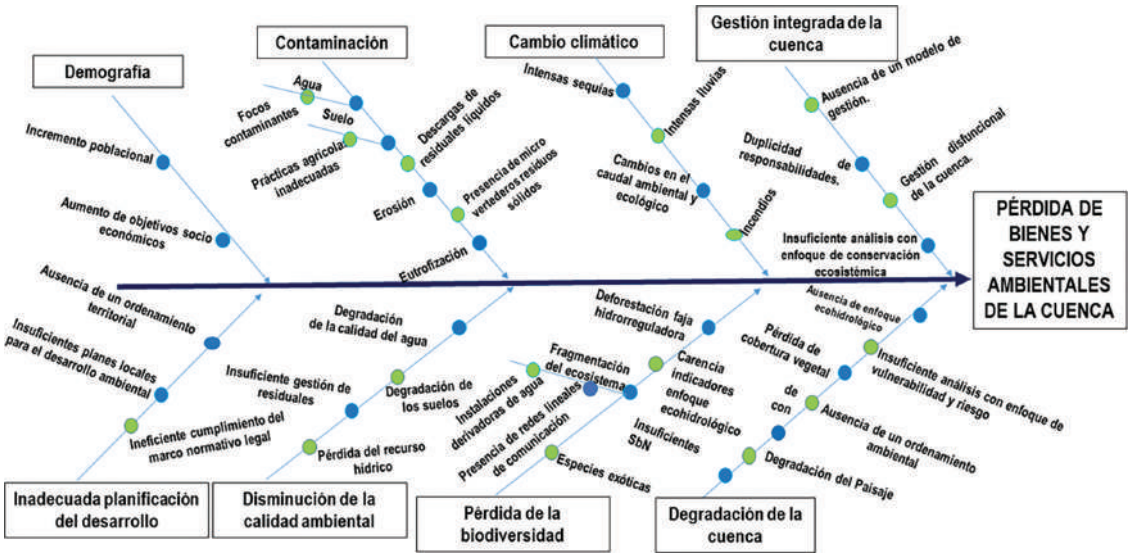
Las problemáticas son condicionantes del nivel de degradación del ecosistema. El diagrama de Ishikawa para identificar las principales problemáticas, causas y efectos en la cuenca se presenta en la Figura 4.

Las principales problemáticas han influido en la pérdida de servicios ambientales y de la calidad de los bienes o recursos de la cuenca; estas se listan a continuación:

a) Problemas demográficos: relacionados con el aumento progresivo de la población. Para el 2020 en la cuenca se identifican 253.051 habitantes[48] observando un incremento en 1.160 habitantes con respecto al 2016, lo que representa un incremento de un 0,5 %, distribuidos en 11 consejos populares y 23 asentamientos. Siendo los consejos más poblados Haydee Santamaría, Boniato, Caney, Flores y 30 de Noviembre.
b) Problemas asociados a la planificación del desarrollo: existe un aumento de los objetivos socioeconómicos con un total de 871 en la cuenca, influyendo, además, el incremento de trabajadores por cuenta propia, con pequeñas empresas que contribuyen a la contaminación puntual.
c) Contaminación del agua y los suelos: diversos han sido los estudios que demuestran la prevalencia en la contaminación de las aguas del río San Juan. Investigaciones realizadas entre 2013 y 2015 y durante el período 2020-2021 por el Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (Bioeco)[49] evidencian el deterioro sostenido de las aguas superficiales (Mapa 2), al sobrepasar los límites establecidos por la norma cubana NC/25:1999[50] en parámetros como: Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica (DBO), Demanda Química (DQO) del agua, fosfatos ($PO_4^{3-}$) y nitratos ($NO_3^-$). Además, se identifica la presencia de 11 focos contaminantes con vertimiento libre al ecosistema fluvial, así como microvertederos cercanos a las márgenes del río[51], confirmados durante viajes exploratorios realizados durante el desarrollo de la presente investigación.

Entre las principales deficiencias que persisten en la cuenca, en relación con la contaminación del agua y suelos destacan, además: insuficiencias o ausencia de sistemas de tratamiento, aplicación de prácticas agrícolas inadecuadas con impacto en la calidad del agua, insuficiente gestión de residuales sólidos, descargas de residuales líquidos por diferentes instituciones, industrias y asentamientos, disposición inadecuada de residuos sólidos (microvertederos) y

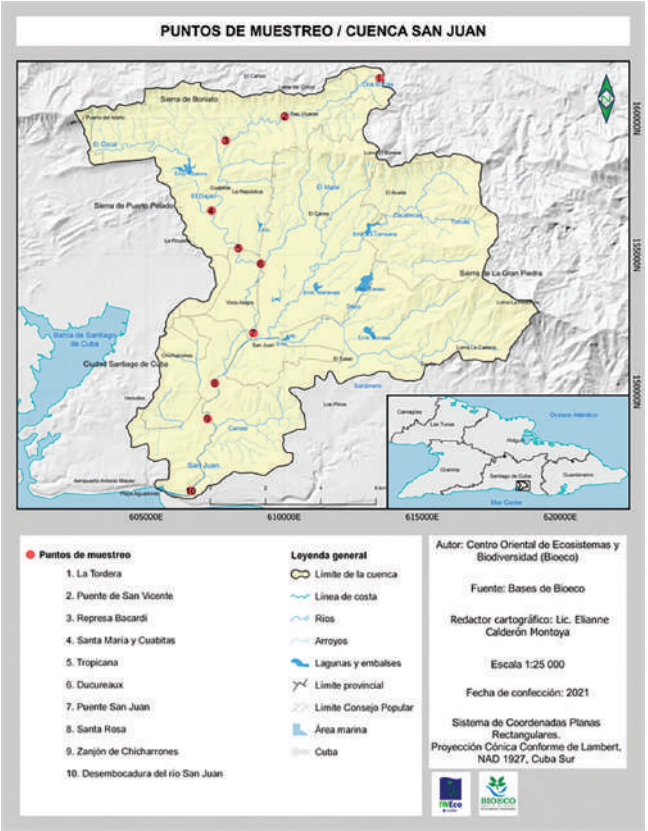
Figura 4. Diagrama de Ishikawa con las principales problemáticas de la cuenca




Fuente: elaboración propia.

[47] Perrands, 2008. Morell-Bayard *et al.*, 2020.
[48] ONEI, 2020.
[49] Bioeco, 2022.
[50] NC/25, 1999.
[51] Calderín *et al.*, 2018.

Mapa 2. Ubicación de los puntos de muestreo en la cuenca, durante el período 2019-2021




Fuente: Conservación y uso sostenible de la biodiversidad desde el enfoque de manejo integrado de cuencas y áreas costeras. Manuscrito no publicado. Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad. (Bioeco, 2022). Santiago de Cuba.

recurrentes floraciones de cianobacterias y microalgas bentónicas.

d) Disminución de la calidad ambiental: se asocian a esta problemática las fuertes presiones antrópicas sobre el ecosistema, la existencia de focos con vertimiento libre a las aguas superficiales, procesos erosivos, insuficiente gestión de residuales tanto sólidos como líquidos, degradación del paisaje, lo que ha condicionado altos niveles de contaminación, degradación de la calidad del agua y los suelos, evidenciando el necesario desarrollo de un ordenamiento ambiental y adecuada gestión sostenible de la cuenca.
e) Pérdida de la biodiversidad: el deterioro del hábitat es una de las causas fundamentales de esta problemática, asociada con los cambios en el uso del suelo, ya sea por la rápida transformación de estos en cultivos agrícolas, expansión urbana, vegetación de ribera inadecuada, deforestación, presencia de especies exóticas, fragmentación de hábitats causado por la presencia de redes lineales de comunicación (carreteras, autopistas, terraplenes), presas, micropresas, pozos y estanques, los que alteran el flujo hidrológico y provocan cambios en la línea natural de drenaje del terreno.
f) Efectos del cambio climático: se incluyen variables como intensas sequías, que conllevan cambios en el caudal ambiental y ecológico con afectaciones a especies intolerantes a condiciones extremas, incrementos de temperatura, períodos de grandes avenidas, así como la ocurrencia de incendios forestales.
g) Degradación de la cuenca: vinculada con la insuficiente gestión integrada y disfuncional de la cuenca, escasa visión de riesgo, desconociéndose las principales vulnerabilidades y amenazas a los ecosistemas, degradación del paisaje, bajo nivel de respuesta para implementar medidas de mitigación, carencia de investigaciones con enfoque ecohidrológico que permitan aplicar soluciones basadas en la naturaleza (SbN) cuyo propósito es aumentar la capacidad de resiliencia de los ecosistemas e incrementar su capacidad de gestión sostenible.

Es necesario reconocer los factores sociales, económicos, políticos y territoriales que inciden en el desarrollo, y reflexionar sobre las actividades cotidianas y su impacto en la naturaleza, ello permitirá tomar decisiones y acciones para una adecuada gestión. Otros aspectos relacionados con la problemática que aún persisten son: inexistencia de un modelo de gestión integrada funcional a nivel de cuenca, carencia de investigaciones con enfoque integrador de disciplinas y multisectoriales enfocadas a la gestión de ecosistemas y recursos, limitados estudios sobre los efectos del cambio climático; problemas de institucionalidad, relacionados con la existencia de responsabilidades compartidas o comunes, fortalecimiento de gobernanza local, que limitan un control efectivo e insuficiente saneamiento.

En 2017 es aprobada la Ley 124 de las Aguas Terrestres para el territorio cubano, la misma tiene por objetivo la gestión integrada y sostenible de este recurso. En los artículos 5.1 y 5.2 se hace referencia a la integración de acciones que fortalezcan la Política Ambiental Nacional (PAN), a través del potenciamiento de la ciencia y la tecnología actualizada para elevar el rigor científico de la gestión integrada y sostenible de las aguas terrestres[52]; se reafirma el reconocimiento de las cuencas hidrográficas como unidades para aplicar los instrumentos de gestión.

Dentro de la PAN no se identifica a la Ecohidrología como un instrumento científico aplicable para el estudio

[52] GOC, 2017.

de ecosistemas acuáticos y sus soluciones ecológicas; sin embargo, existe potencial para utilizar cada una de las soluciones ecohidrológicas aplicadas en los sitios demostrativos[53]. Este es un aspecto que limita en la cuenca San Juan la gestión, haciéndola disfuncional. Realizar una evaluación ecohidrológica conllevaría no solo un análisis integrador de las condiciones ecológicas actuales de dicha cuenca, sino que incluiría las acciones necesarias para su conservación, protección y/o recuperación.

Atendiendo a las problemáticas identificadas, en la Tabla 7 se presentan algunas soluciones potenciales que deben ser consideradas en un modelo de gestión integrado con enfoque ecohidrológico para dar respuesta a las problemáticas con mayor impacto en la cuenca. Considerando como premisas las soluciones basadas en la naturaleza y/o en ecosistemas, tal como lo concibe la Ecohidrología, además de la conectividad del paisaje, en los enfoques de soluciones y la implementación del Programa Relacionado con la Directiva Marco de Agua, surgido como respuesta a la necesidad de unificar las actuaciones en materia de gestión de agua en el contexto europeo[54], pero adaptable al contexto de análisis.

El grado de alteración ecohidrológica en los ecosistemas acuáticos debe evaluarse mediante el uso de indicadores diseñados de acuerdo con la necesidad de cada ecosistema[55]. Se necesitan investigaciones con enfoque ecohidrológico para la recuperación de la cuenca San Juan. Es necesario el reconocimiento de las principales vulnerabilidades, la capacidad de resiliencia del ecosistema y el patrimonio cultural del mismo, permitiendo de esta forma mejorar el potencial de sostenibilidad o capacidad de carga, cumpliendo con los principios

Tabla 7. Propuesta de soluciones ecohidrológicas para la cuenca San Juan, Santiago de Cuba

| Problemas | Soluciones propuestas | Objetivo |
|---|---|---|
| a) Contaminación del agua (existe un deterioro de la calidad del agua en toda la cuenca) y el suelo | Humedales (fitotecnologías) a partir del reconocimiento previo de las fuentes contaminantes en áreas seleccionadas asociadas con las soluciones basadas en la naturaleza | Restauración de la calidad del agua en la cuenca baja, priorizando los sitios de descarga directa de residuales (Ej. el canal proveniente de los residuales del poblado de 30 de Noviembre, la prisión de Boniato entre otros, zanjones) |
| | Lagunas de oxidación combinadas con la construcción de humedales | Restauración de la calidad del agua en la cuenca alta y media, priorizando los sitios de descarga directa de residuales |
| b) Pérdida de la biodiversidad | Empleo de la fauno-tecnología (zanjas reactivas y estanques de retención con distribución de especies propias del ecosistema)<br>Control de especies exóticas<br>Control de elementos que fragmentan hábitats<br>Desarrollo de un modelo para la gestión integrada de la cuenca<br>Implementación de estrategias de conservación para especies clave | Restauración desde la cuenca alta realizando de forma paralela estudios de distribución<br>Transferencia de conocimientos y su implementación con el fin de que los cuerpos de agua sean ecológicamente sanos<br>Conservación y protección de la biodiversidad<br>Fortalecimiento de la gobernanza en fusión de la conservación con participación ciudadana |
| c) Degradación de la cuenca | Reforestación con especies de bosques de galería | Preservación de condiciones ecológicas y mejoramiento de la calidad del agua en toda la cuenca, cuenca media y baja<br>Mantenimiento del caudal ambiental |
| | Reforestación con especies de bosques de galería<br>Desarrollar programas de biomonitoreo y evaluación del estado ecohidrológico de la cuenca.<br>Realizar levantamiento de vulnerabilidades y riesgos | Perfeccionamiento del ordenamiento ambiental<br>Inserción de la gestión de riesgo y los estudios ecohidrológicos en la gestión de la cuenca |
| d) Limitada gestión integrada de la cuenca | Implementar programas de ciencia e innovación<br>Participación de la sociedad en el monitoreo, y la gestión, de las empresas de agua.<br>Adopción de estándares internacionales<br>Cumplimiento de las normativas legales<br>Articulación de la gestión sostenible con la visión ecosistémica para la conservación de bienes y servicios | Perfeccionamiento de políticas de gestión de ciencia e innovación a favor de la gestión integrada de la cuenca<br>Perfeccionamiento del ordenamiento ambiental<br>Inserción la gestión de riesgo y los estudios ecohidrológicos en la gestión de la cuenca<br>Fomentar la concienciación del potencial de las SbN para mejorar la seguridad hídrica y el conocimiento sobre la efectividad de sus beneficios |
| e) Cambio climático | – Restauración de hábitats<br>– Gestión de los recursos hídricos<br>– Reducción del riesgo ante desastres<br>– Desarrollo de infraestructuras verdes para abordar problemas sociales<br>– Incentivar la economía agraria con el uso de biomasas | El desarrollo de acciones que lleve a la protección, restauración y gestión de manera sostenible los ecosistemas, para aumentar su resiliencia y capacidad para abordar los actuales y futuros desafíos sociales y, al mismo tiempo, salvaguardar la biodiversidad y mejorar el bienestar humano |

[53] Arduino, 2017a.

[54] UE, 2000.

[55] Garrido *et al.*, 2010.

ecohidrológicos ABSeRPc (agua, biodiversidad, servicios ecosistémicos, resiliencia y patrimonio cultural).

El Programa de Ecohidrología desarrollado por la UNESCO tiene más de 25 años dedicados a la promoción de direcciones estratégicas, desarrollo de nuevas dimensiones científicas, promoción de actividades, ejecución de programas, y la comunicación de los avances científicos y lecciones aprendidas. Se reconoce que la COVID-19 tuvo un impacto negativo al incidir en la no ejecución de eventos internacionales y cancelación de actividades, pero, a pesar de esto, se buscaron alternativas para el desarrollo de actividades como los cursos abiertos en línea. Sin embargo, siguen existiendo regiones poco beneficiadas con este enfoque en las investigaciones.

El empleo de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) es considerado como una opción accesible y asequible para hacer frente a problemas como la contaminación. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) define estas técnicas como medidas para proteger, gestionar de forma sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados que aborden los retos sociales de forma eficaz y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad[56].

Un ejemplo de SbN son las creaciones de infraestructuras verdes, que revolucionan la planificación y el diseño urbano a través de la construcción de humedales, espacios verdes en los barrios, jardines infiltrantes, jardines en los tejados, biofiltración, con la incorporación de barriles y cisternas para lluvia, así como pavimento permeable para absorber, almacenar y reutilizar la corriente de agua pluvial. Las iniciativas deben tener identidad y estar adaptadas al contexto donde se aplican.

En el caso de la cuenca San Juan solo se presentan algunas iniciativas que podrían implementarse a corto plazo, lo que dependerá de varios factores, siendo clave el entendimiento del valor de la Ecohidrología, en la teoría y la práctica.

## Conclusiones

La Ecohidrología es una disciplina crítica que permite comprender la interacción entre los ecosistemas y los procesos hidrológicos. Su aplicación práctica es fundamental para garantizar un futuro socioambiental sostenible. A nivel global existe una tendencia al incremento de investigaciones relacionadas con la Ecohidrología fluvial, la Ecohidrología de sistemas áridos y semiáridos, el análisis de los servicios ecosistémicos de cuencas hidrográficas, y la Ecohidrología y vegetación, aportando instrumentos para la gestión sostenible de los recursos hídricos y la conservación de los ecosistemas acuáticos.

El fomento de prácticas ecohidrológicas en la gestión de recursos hídricos requiere de un enfoque integral que incluya la educación y capacitación, la investigación aplicada, el desarrollo de herramientas y tecnologías innovadoras, la colaboración interdisciplinaria y la incentivación de prácticas sostenibles.

De acuerdo con las problemáticas identificadas en la cuenca San Juan, resulta relevante la aplicación de SbN tales como: el empleo de las fitotecnologías, técnicas fitorremediadoras, construcción de humedales, reutilización de agua residual, mantenimiento del caudal ambiental y ecológico, el empleo de la faunotecnología (conservación de especies acuáticas), además de incluir instrumentos ecohidrológicos como la evaluación del grado de alteración ecohidrológico y medidas para la adaptación al cambio climático.

[56] UICN, 2023

## Bibliografía

**Albarracín, M.; Gaona, J.; Chícharo, L.; Zalewski, M.** 2018: *Ecohidrología y su implementación en Ecuador*. Quito (Ecuador), Corporación Naturaleza y Cultura Internacional, GAD Municipal de Paltas, Universidad Técnica Particular de Loja e INGERALEZA, S.A.

**Allan, J.D.; Castillo, M.** 2007: *Stream ecology: structure and functions of running waters*. Dordecht (The Netherland), Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61286-3

**Arduino, G.** 2017a: "Sitios Demostrativos de Ecohidrología: Laboratorios de vida orientados a soluciones para la implementación de Ecohidrología, desde escala molecular a escala de cuenca". *Programa Hidrológico Internacional, UNESCO.* https://riomagdalenaorg.files.wordpress.com/2019/04/los-sitios-demostrativos-del-programa-de-ecohidrologc2b0a. Consulta realizada el 3 de mayo de 2022.

**Arduino, G.** 2017b: "Ecohydrology: Engineering harmony for a Sustainable World. Theme 5 of the Intergovernmental Hydrological Programme (IHP) Phase VIII (2014-2021)". *Ecohydrology & Hydrobiology*, 21(3), 380-386. https://doi:10.1016/j.ecohyd.2021.08.009

**Arheimer, B.; Andréasson, J.; Fogelberg, S.; Johnsson, H.; Pers, C. B.; Persson, K.** 2005: "Climate change impact on water quality: model results from Southern Sweden". *AMBIO: A Journal of the Human Environment,* 34(7), 559-566. https://doi.org/10.1579/0044-7447-34.7.559

**Azuara, G.; Palacios, E.; Montesinos, M.P.; García-Ferrer, A.** 2018: "Modelación para integrar la evaluación hídrica en la asignación óptima de usos de suelo". *Ingeniería Hidráulica y Ambiental,* XXXIX(3), 82-96. https://doi:10.16924/revinge.48.13

**Bailey, R.** 1999: "Moss, B. 1998, Ecology of freshwater. Man and medium, past to future". *Journal of Ecology*, 87, 176-177.

**Baird, A.; Wilby, R. (Eds.).** 1999: *Eco-hydrology. Plants and water in terrestrial and aquatic environments*. USA, Routledge Physical Environment Series. 462. https://doi:10.1046/j.1365-2745.2000.00526-2

**Bernal, J.; Donado, L.** 2010: "Avances Investigativos en Ecohidrología de flujos locales - Caso de Estudio Humedal Laguna De Sonso-Valle Del Cauca. Colombia". *Comunicación presentada al X Congreso de Aguas Subterráneas y Desarrollo Sostenible* .Venezuela. https://doi:10.13140/2.1.4734.7525.

**Bioeco.** 2022: "Conservación y uso sostenible de la biodiversidad desde el enfoque de manejo integrado de cuencas y áreas costeras". *Informe del Proyecto GEF-PNUD*. Cuba, Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad. Santiago de Cuba.

**Bowleg, J.; Gaviño, M. (Coords.).** 2018: "Programa Regional de Ecohidrología para América Latina y El Caribe". *Programa Regional, UNESCO*. 1-7. https://zh.unesco.org/sites/default/files/phi-lac_2021_rpxiv_8.11_ecohidrologia.pdf. Consulta realizada el 16 de marzo de 2020.

**Caballero-Contrera, T.** 2019: *Análisis de la situación Ecohidrológica: contribución al diseño de estrategias de manejo y gestión integral del recurso hídrico en la microcuenca del río Bonyic, Panamá*. Tesis de Maestría. Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

**Calderín, C.; Salas, A.; Ramírez, G., Durand, T.; Infante, Y.; Muñiz, A.; Bastic, M.** 2018: "Propuesta de un plan de acción preliminar para la preservación del lecho acuífero: cuenca hidrográfica San Juan". *Informe Técnico.* Cuba, Delegación de Recursos Hidráulicos Santiago de Cuba , 1-50.

**Castro Enjamio, V.** 2009: "Institucionalidad y marco legal de los Órganos de Cuencas en Cuba". *Primer Encuentro de Organismos de Cuencas de América Latina y el Caribe*. La Habana (Cuba). 1-25. https://pdfslide.tips/documents/republica-de-cuba-instituto-nacional-de-recursos-hidra-institucionalidad

**Consejo de la Administración Provincial de Ciudad Habana (CAP).** 2004: "Gestión ambiental en las cuencas hidrográficas". *Comunicación presentada al VI Asamblea General Mundial de RIOB.* Martinica. https://www.riob.org/sites/default/files/IMG/pdf/gestion_ambiental_cuencas_Habana.pdf . Consulta realizada el 2 de febrero de 2019.

**Dunbar, M.; Acreman, M. (Eds.).** 2001: "Applied hydro-ecological science for thetwenty-first century". En *Hydroecology: linking hydrology and aquatic ecology,* M.C., Acreman (Editor). IAHS Publisher, 1-18. https://www.researchgate.net/publication/240311175_Applied_hydroecological_science_for_the_twenty-first_century

**Gaceta Oficial Cubana (GOC).** 2017: *Ley de aguas terrestres*, *Ley No. 124/14.* (GOC-2017-715-EX51) Cuba, Ministerio de Justicia. https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/acuerdo-viii-80-de-2017-de-asamblea-nacional-del-poder-popular. Consulta realizada el 16 de junio del 2020.

**Gaceta Oficial Cubana (GOC).** 2022: *Ley del Sistema de los Recursos Naturales y el Medioambiente*. La Habana. (Cuba), Asamblea Nacional del Poder Popular. ISSN 1682-7511. http://www.citmapri.gob.cu/wp-content/uploads/2023/03/Ley-SNRMA-19.10-la-q-esta-por-aprobar.pdf. Consulta realizada el 16 de junio del 2023.

**García de la Vega, A.** 2012: "Los factores morfoestructurales en la definición y evolución de la red hidrográfica en el sector oriental del Sistema Central". *Publicaciones de la Asociación Portuguesa de Geomorfólogos*. 7, 101-112. https://doi.org/10.2307/j.ctv1dp0vn9.25

**Garrido, A.; Cuevas, M.L.; Cotler, H.; González, D.; Tharme, R.** 2010: "Evaluación del grado de alteración ecohidrológica de los ríos y corrientes superficiales de México". *Investigación ambiental, Ciencia y Política Pública*, 2(1), 25-46. https://doi:10.22201/fm.24484865e.2019.62.1.02

**Gaviño, M.** 2014: "La gestión integrada de cuencas y los instrumentos de la eco-hidrología". *Seminario Internacional Calidad y Gestión del Agua a Nivel de Cuenca.* 18-11-2014. Argentina. https://docplayer.es/74900513-La-gestion-integrada-de-cuencas-y-los-instrumentos-de-la-eco-hidrologia.html.

**Gisbert, J.; Panés, J.** 2009: "Índice h de Hirsch: una nueva herramienta para medir la producción científica". *Rev. Cirugía Española. ELSEVIER*, 86 (4) 193-195. https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2009.05.007

**Gómez, R.** 2003: "Modelos conceptuales de funcionamiento de ríos y arroyos". http://columbares.org/proyectofartet/documentos/1341567480.pdf. 1-26. Consulta realizada el 22 de febrero de 2019.

**González, M.; Retamoza, J.; Albores, R.; Guerrero de León, A.** 2016: "Gestión integral de cuencas hidrográficas: una alternativa a la sustentabilidad de los recursos hídricos en México". *LACANDONIA*, 10 (1), 91-98. https://doi:10.2307/j.ctvjk2wjd.14

**González, N.; Hernandez, M.; Romero, C.** 2013: "La planificación hídrica en el contexto de la Ecohidrología". *Derecho y Ciencias Sociales*, (9), 15-23. https://doi:10.35537/10915/53576

**González Piedra, J.I.** 2011: "El Manejo de Cuencas en Cuba: un instrumento de Planificación Territorial". *Revista Proyección 10.* V, 90-100. https://doi.org/10.32457/riem.vi8.394

**Guswa, A.; Tetzlaff, D.; Selker, J.; Carlyle-Moses, D.; Boyer, E.; Bruen, M.; Cayuela, C.; Levia, D.** 2020: "Advancing Ecohydrology in the 21st century: A convergence of opportunities". *Ecohydrology,* 13, 1-14. https://doi:10.1002/eco.2208

**Hannah, D.; Wood, P.; Sadler, J.** 2004: "Echydrology and hydroecology: A new paradigm". *Hydrological Processes*, 18, 3439-3445. https://doi.org/10.1002/hyp.5761

**Marín Martínez, F.; Sánchez- Meca, J.; López López, J.A.** 2009: "El metaanálisis en el ámbito de las Ciencias de la Salud: una metodología imprescindible para la eficiente acumulación del conocimiento". *Fisioterapia,* 31(3), 107-111. https://doi:10.1016/j.ft.2009.02.002

**Marten, G.** 2001: *Human Ecology: Basic Concepts for Sustainable Development*. London (England), Earthscan. https://doi:10.1017/s1466046604270156

**Martínez, Y.; Villalejo, V.M.** 2018: "La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos". *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XXXIX(1), 58-72. https://doi:10.21855/ecociencia.62.164

**Martínez, Y.; Villalejo, V.M.** 2019: "Ecohidrología-Ecohidráulica: claves para la gestión integrada de los recursos hídricos". *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 40 (2), 95-109. http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v40n2/1680-0338-riha-40-02-95.pdf.

**Martínez, Y.; Villalejo, V.M.** 2020: "Caudal ambiental: herramienta ecohidrológica en la gestión de los recursos hídricos". *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XLI(1), 56-70. https://doi:10.29105/revig1.1-9

**Morell-Bayard, A.; Bergues, P.; López del Castillo, P.; Castro-Almarales, A.** 2020: "Estado Ecológico del río San Juan en Santiago de Cuba: período 2013-2015¨. *Ciencia en su PC*, 1(3), 36-49. https://doi.org/10.35985/9789585522701.3

**Nazari-Sharabian, M.; Ahmad, S.; Karakouzian, M.** 2018: "Climate Change and Eutrophication: A Short Review". *Engineering, Technology & Applied Science Research* 8(6), 3668-3672. https://doi.org/10.48084/etasr.2392

**Norma Cubana (NC/25).** Oficina Nacional de Normalización. 1999: Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. Especificaciones. La Habana. (Cuba). https://ftp.isdi.co.cu/biblioteca/BIBLIOTECA %20UNIVERSITARIA %20DEL %20 ISDI/COLECCION %20DIGITAL %20DE %20NORMAS %20 CUBANAS/1999/NC %2025.PDF. Consultada el 26 de julio de 2019.

**Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI)** 2020. *Población por asentamientos humanos*. La Habana (Cuba). http://www.onei.gob.cu/node/16275. Consulta realizada el 27 de septiembre del 2022.

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).** 1997: *Ecohydrology. A new paradigm for the sustainable use of aquatic resources. Paper presented at the IHP-V. Technical documents in Hydrology No 7*. París (Francia), 1-57. International Hydrological Programme. http://ecohydrology-ihp.org/demosites/resources/arquivos/existingpublications/1997-UNESCO-. Consulta realizada el 15 de octubre de 2020

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).** 2010: *La Ecohidrología como desafío: experiencias y estudios de caso*. (Uruguay). 1-11. http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/. Consulta realizada el 24 de junio de 2019.

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).** 2017: *ECOHIDROLOGÍA: una Ciencia Integral desde la Escala Molecular hasta la Escala de Cuencas*. *Programa Hidrológico Internacional*. https://www.studeersnel.nl/nl/document/unesco-ihe-institute-for-water-education/hydrology/unesco-ecohidrologia/27936652. Consulta realizada el 26 de mayo de 2019

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).** 2018: *Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos*. 168. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494. Consulta realizada el 17 de septiembre de 2019.

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).** 2019: *No dejar a nadie atrás. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos*. 1-215. ISBN 978-92-3-300108-4. https://es.unesco.org/water-security/wwap/wwdr. Consulta realizada el 5 de junio de 2020.

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).** 2021: *Ecohydrology Demonstration Sites - solution oriented living laboratories for the implementation of ecohydrology from molecular to basin scale. IHP-VIII 2014-2021*. https://businessdocbox.com/Green_Solutions/117485384-Ecohydrology-demonstration-sites-solution-oriented-living-laboratories-for-the-implementation-of-ecohydrology-from-molecular-to-basin-scale.html. Consulta realizada el 22 de junio de 2022.

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).** 2022: *Ecohidrología: Una breve introducción. Agua y Riesgos Hidrometeorológicos*. *Blog de la Cátedra UNESCO-UDLAP*. Puebla (México), Universidad de las América.. https://doi:10.18847/1.9.1

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).** 2023: *Seminario web sobre sitios demostrativos de ecohidrología en América Latina y el Caribe* (3era Ed.). https://blogcatedraunesco.udlap.mx/ecohidrologia-una-breve-introduccion/

**Perrands, G.** 2008: *Propuesta de una estrategia ambiental para el manejo integrado de la cuenca San Juan, bajo un enfoque de Integración al medio marino,* Tesis de Maestría. Santiago de Cuba (Cuba), Universidad de Oriente. https://doi.org/10.2307/j.ctv1ft836k.7

**Peteán, J.** 2008: "Enfoque ecosistémico. Creación de capacidad para las estrategias nacionales de diversidad biológica; plantes de acción e integración". *Comunicación presentada al Río Branco,* Acre (Brasil). 31 de marzo-4 de abril de 2008. 1-30 https://www.cbd.int/doc/meetings/nbsap/nbsapcbw-sam-01/other/nbsapcbw-sam-01-fundacion-proteger-es.pdf. Consulta realizada el 23 de julio de 2022.

**Quintero, I.; Mejía, R.** 2004: "De la Ingeniería Fluvial a la Ecohidrología Fluvial". *Artículo presentado al XVIII CONGRESO NACIONAL DE HIDRÁULICA.* San Luís de Potosí, (México). https://doi:10.35537/10915/120176

**Saldaña, M.P.** 2013: "Ecohidrología fluvial". *Artículo presentado en el IV Seminario Internacional de Potamología.* México, 1-32. https://doi.org/10.24850/b-imta-2021-01

**Samaniego, R.M.Y.** 2020: ¨Propuesta metodológica: optimización de la red hidrológica en el Perú¨, en *Estudios Hidrológicos del SENAMHI: Resúmenes Ejecutivos*, Lavado, W. (Ed.). Lima (Perú), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú., 43-50. https://doi.org/10.24850/j-tyca-15-5-2

**Sánchez-Meca, J.; Marín-Martínez, F.; López-López, J.A.** 2011: "Meta-análisis e Intervención Psicosocial Basada en la Evidencia". *Psychosocial Intervention,* 20(1), 95-107. https://doi.org/10.5093/in2011v20n1a8

**SCOPUS.** 2023: Base de datos. https://www.recursoscientificos.fecyt.es/licencias/productos-contratados/scopus. Consulta realizada el 22 de julio de 2023.

**Unión-Europea (UE).** 2000: *Directiva del Marco del Agua 2000/60/CE.* (DMA). Normativas Comunitarias Sobre Protección de las Aguas. *Real Decreto Legislativo 1/2001.* https://www.boe.es/doue/2000/327/L00001-00073.pdf. Consulta realizada el 3 de febrero de 2019.

**Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).** 2023: *Soluciones Basadas en la Naturaleza*. https://www.iucn.org/es. Consulta realizada el 6 de agosto de 2023.

**Urquiza, M.N.; Gutiérrez, J.** 2014: "La cuenca hidrográfica como unidad de manejo ambiental: El caso de Cuba". *Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente*. https://doi:10.19083/tesis/624867

**Wassen, M; Grootjans, A.** 1996: "Ecohydrology: an interdisciplinary approach for wetland management and restoration". *Vegetatio*. 126, 1-4. https://doi.org/10.1007/BF00047757

**Wolanski, E.** 2007: *Estuarine Ecohydrology. Australia,* Elsevier. ISBN: 978-0-444-53066-0.. https://doi:10.1007/bf00047757

**Zalewski, M.** 2000: "Ecohydrology: the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources". *Ecological Engineering*, 16, 1-8. https://doi.org/10.1016/s0925-8574(00)00071-9

**Zalewski, M.** 2002: "Ecohydrology—the use of ecological and hydrologîcal processes for sustainable management of water resources". *Hydrologîcal Sciences*, 47(5), 823-832. https://doi.org/10.1080/02626660209492986

**Zalewski, M.** 2005: "Ecohydrology the use of water and ecosystem processes for healthy urban enviroment". *Ecohydrology & Hydrobiology*, 5(4), 263-268. https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2018.03.001

**Zalewski, M.** 2011: "Hydroecology and Ecohydrology: Past, Present and Future". *Vadose Zone Journal,* 10(2), 773-777. https://doi:10.2136/vzj2010.0137br

**Zalewski, M.** 2015: "Ecohydrology and Hydrologic Engineering: Regulation of Hydrology-Biota Interactions for Sustainability". *Journal of Hydrol. Eng.* 20(1), 1-14. https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000999

**Zalewski, M.; Robarts, R.** 2003: "Ecohydrology – a new paradigm for integrated water resources management". *Sil News*, 40, 2-6. https://doi:10.1201/b16591-7

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# Disposición de los pobladores de Mezcala de la Asunción, México, para solucionar la problemática de residuos sólidos a partir de su narrativa biocultural: un estudio cualitativo desde la Teoría del Comportamiento Planificado (TCP)

## *Disposition of the residents of Mezcala de la Asunción, México, to solve the problem of solid waste considering their biocultural narratives: a qualitative study from the Theory of Planned Behavior (TPB)*

**Ángel Omar Aldape García**
Universidad de Guadalajara
Zapopan, Jalisco, México
ca570-amas@academicos.udg.mx
ORCID: 0000-0003-1345-3159

**Alicia Torres Rodríguez**
Universidad de Guadalajara
Zapopan, Jalisco, México
alicia.trodriguez@academicos.udg.mx
ORCID: 0000-0002-2267-4626

**Marco Luis Patiño Palomares**
Asistente de proyecto
Universidad de Sonora
Hermosillo, Sonora, México
luislunes66@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5825-524X

**Información del artículo**
**Recibido:** 14/09/2022
**Revisado:** 26/10/2023
**Aceptado:** 17/11/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.7408

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMEN**

Este estudio explora cómo la intención conductual de los residentes de Mezcala de la Asunción, en Jalisco, es influenciada por su contexto biocultural (cultura y entorno natural) para crear ideas y soluciones estratégicas al problema de la acumulación de la basura. El diseño metodológico es cualitativo e interpretativo y está guiado por la Teoría del Comportamiento Planificado (TCP). Cada segmento narrativo se alineó a la definición de cada una de las variables que componen la TCP. Los métodos utilizados en la fase de recolección de datos fueron once entrevistas individuales, cuatro grupos focales y 51 fotografías. Los resultados sugieren que los residentes de Mezcala aún mantienen una conexión con su entorno natural, el cual influye fuertemente como moderador positivo en las tres variables centrales de la TPC: la actitud hacia el comportamiento, la norma subjetiva y el control percibido. Estos resultados pueden incrementar la intención conductual de los pobladores en participar en una estrategia colectiva.

**PALABRAS CLAVE:** Narrativas, Basura, Intención, Conducta, Estrategia.

**ABSTRACT**

This study explores how the behavioral intention of the residents of Mezcala de la Asunción is influenced by their biocultural context (culture and natural environment) to create strategic ideas and solutions to the problem of the accumulation, management and final disposal of waste. The methodological design was qualitative and interpretive, and it was guided by the application of the Theory of Planned Behavior (TPB). Each narrative segment was aligned to the definition of each of the variables that compose the TPB. The methods used were 11 individual interviews, 4 focus groups and 51 photographs. The results suggest that the residents of Mezcala still maintain a connection to their natural environment that strongly influenced as a positive moderator the three central variables of the TPB: attitude towards behaviour, subjective norm and perceived control. These results could increase villager's behavioral intention to participate in a collective strategy to reduce garbage in the town of Mezcala.

**KEYWORDS:** Narratives, Waste Management, Intention, Behavior, Strategy.

## *Disposição dos habitantes de Mezcala de la Asunción, México, para resolver o problema dos resíduos sólidos a partir de sua narrativa biocultural: um estudo qualitativo a partir da Teoria do Comportamento Planejado (TCP)*

**RESUMO**

Este estudo explora como a intenção comportamental dos moradores de Mezcala de la Asunción, em Jalisco, é influenciada por seu contexto biocultural (cultura e ambiente natural) para criar ideias e soluções estratégicas para o problema do acúmulo de lixo. O delineamento metodológico é qualitativo e interpretativo pautado na Teoria do Comportamento Planejado (TCP). Cada segmento narrativo foi alinhado à definição de cada uma das variáveis que compõem o TCP. Os métodos utilizados na fase de recolha de dados foram: 11 entrevistas individuais, 4 grupos focais e 51 fotografias. Os resultados sugerem que os moradores de Mezcala ainda mantêm uma conexão com seu ambiente natural, o que influencia fortemente como moderador positivo as três variáveis centrais do CPT: Atitude em relação ao comportamento, Norma subjetiva e Controle percebido. Esses resultados podem aumentar a intenção comportamental dos moradores de participar de uma estratégia coletiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Narrativas, Lixo, Intenção, Conduta, Estratégia.

## *Volonté des habitants de Mezcala de la Asunción, au Mexique, de résoudre le problème des déchets solides à partir de leur récit bioculturel : une étude qualitative de la théorie du comportement planifié (TCP)*

**RÉSUMÉ**

Cette étude explore comment l'intention comportementale des habitants de la Mezcala de la Asunción, à Jalisco, est influencée par leur contexte bioculturel (culture et environnement naturel) pour créer des idées et des solutions stratégiques au problème de l'accumulation des déchets. La conception méthodologique est qualitative et interprétative guidée par la théorie du comportement planifié (TCP). Chaque segment narratif a été aligné sur la définition de chacune des variables qui composent le TCP. Les méthodes utilisées dans la phase de collecte des données ont été : 11 entretiens individuels, 4 focus groupes et 51 photographies. Les résultats suggèrent que les habitants de Mezcala maintiennent toujours un lien avec leur environnement naturel, ce qui influence fortement en tant que modérateur positif les trois variables centrales du CPT : Attitude envers le comportement, Norme subjective et Contrôle perçu. Ces résultats peuvent accroître l'intention comportementale des habitants à participer à une stratégie collective.

**MOTS-CLÉ:** Récits, Ordures, Intention, Conduite, Stratégie.

## *Volontà degli abitanti di Mezcala de la Asunción, in Messico, di risolvere il problema dei rifiuti solidi dalla loro narrativa bioculturale: uno studio qualitativo dalla teoria del comportamento pianificato (TCP)*

**SOMMARIO**

Questo studio esplora come l'intenzione comportamentale dei residenti di Mezcala de la Asunción, a Jalisco, sia influenzata dal loro contesto bioculturale (cultura e ambiente naturale) per creare idee e soluzioni strategiche al problema dell'accumulo di rifiuti. Il disegno metodologico è qualitativo e interpretativo guidato dalla Teoria del Comportamento Pianificato (TCP). Ogni segmento narrativo è stato allineato alla definizione di ciascuna delle variabili che compongono il TCP. Le modalità utilizzate nella fase di raccolta dati sono state: 11 interviste individuali, 4 focus group e 51 fotografie. I risultati suggeriscono che i residenti di Mezcala mantengono ancora una connessione con il loro ambiente naturale, che influenza fortemente come moderatore positivo le tre variabili centrali del CPT: Atteggiamento verso il comportamento, Norma soggettiva e Controllo percepito. Questi risultati possono aumentare l'intenzione comportamentale degli abitanti di partecipare a una strategia collettiva.

**PAROLE CHIAVE:** Narrazioni, Spazzatura, Intenzione, Condotta, Strategia.

## Introducción

Ubicado al noreste de la ribera del lago de Chapala, encontramos al pueblo indígena "coca" de Mezcala, que habría sido fundado entre los años 850 y 1350 d.C. por nahuas rezagados que formaban parte del éxodo de Aztlán hacia Tenochtitlan. Se asentaron en las faldas del cerro llamado *Tascappoyacco,* que significa "aguacero" debido al rocío que les caía durante todo el año desde el cerro[1]. Tradicionalmente, en México, las concepciones territoriales indígenas generalmente reconocen que los seres humanos forman parte del ambiente y no están fuera de él[2]. Con la conquista en 1534, la Corona española otorgó a los originarios (indígenas) de este lugar un Título Primordial donde se les reconoce como poseedores del territorio[3], pero tras un primer intento de despojo por parte de colonizadores en el período 1686-1688, el virrey Luis de Nolasco les refrendó tal derecho mediante una Cédula Real[4]. Durante la Guerra de Independencia, de 1812-1817, los mezcalenses toman las armas para defender y preservar su territorio, logrando de nuevo ser reconocidos como únicos propietarios y además quedar exentos del pago de impuestos[5]. Este último hecho histórico les otorgaría un alto honor y motivo de orgullo, de tal forma que el pueblo se concentra anualmente en la isla de Presidio, que les sirvió de fortaleza, para celebrarlo.

Posteriormente a los hechos históricos descritos, el territorio de Mezcala continuó siendo objeto de codicia, quedando reflejado en conflictos entre indígenas y propietarios de las haciendas por los cuerpos de agua, como presas y ojos de agua, desde los siglos XVII y XVIII, como consta en el Archivo de la Real Audiencia de la Nueva Galicia[6]. Entre 1902-1903, mantuvieron conflicto armado con un hacendado, a quien el fisco estatal otorgó el derecho de explotar algunas tierras a causa de una deuda comunal del pueblo[7].

De 1930 a 1950, la Secretaría de la Reforma Agraria otorgó a solicitantes no originarios de Mezcala el usufructo de propiedades comunales indígenas, originando otro conflicto[8]. En 1971, mediante decreto presidencial, el Gobierno Federal reconoció y tituló 3602 ha a 408 comuneros originarios de Mezcala y, desde entonces, funcionan bajo el régimen comunal[9]. Debido a la expansión inmobiliaria por la demanda de asentamientos turísticos, de 1999 y hasta apenas 2021, mantuvieron una querella judicial con un particular de tal sector que se apoderó de una porción privilegiada conocida como *El Pandillo* con una vista privilegiada del pueblo y el lago de Chapala[10].

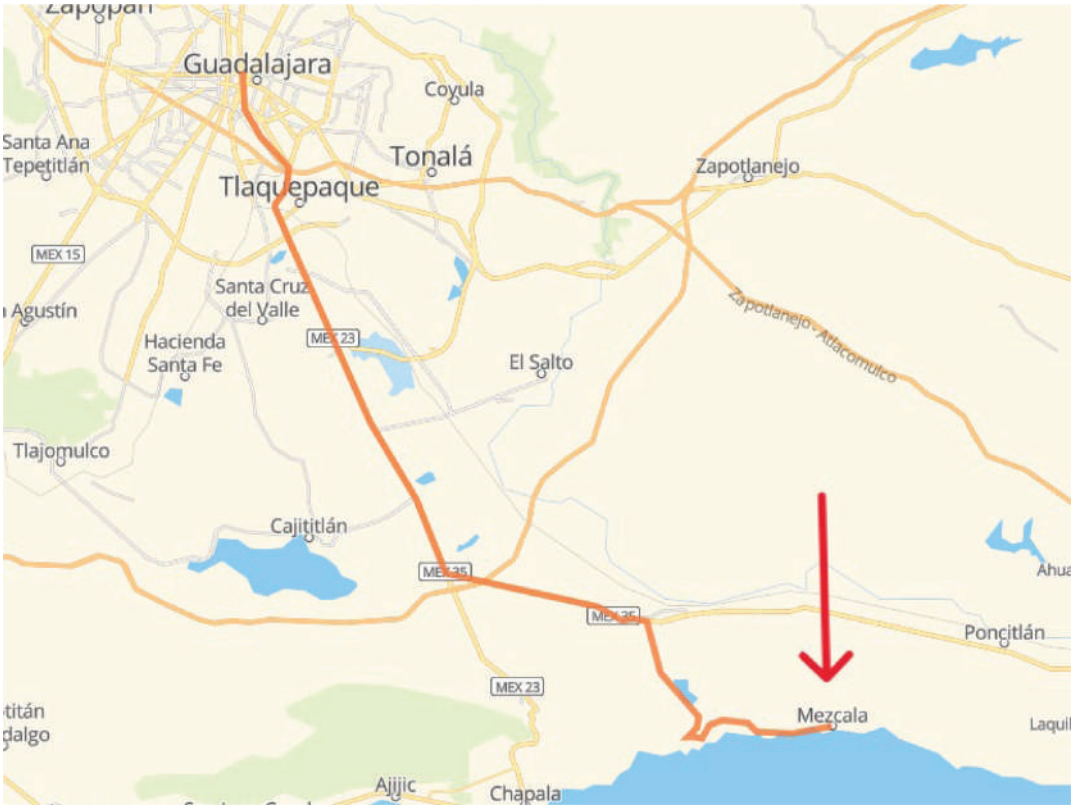
Mezcala pertenece al municipio de Poncitlán y se localiza a 63 km de la ciudad de Guadalajara, en el estado de Jalisco, México (Mapa 1). A efectos formales, Mezcala es representado por un delegado nombrado por el mismo municipio y las decisiones colectivas se toman de manera autónoma en la Asamblea General de Comuneros, formada por ancianos del pueblo. En 2009, esta instancia emitió una declaratoria donde detallan cómo su territorio e isla siguen siendo objeto de interés tanto para las instituciones de los tres órdenes de Gobierno como para los particulares (inversionistas inmobiliarios), y cómo han persistido los intentos de despojo[11]. Apenas en noviembre de 2021, tras varios intentos fallidos, fueron reconocidos de manera oficial como pueblo indígena[12].

El más reciente censo de población realizado por el INEGI, en 2020, reporta que Mezcala lo habitan 6.047 personas, de las cuales 3.050 son del sexo femenino y 2.997 del sexo masculino. Ante el progresivo declive de la agricultura y la pesca como actividades económicas primarias, que aún prevalecen para autoconsumo, la Población Económica Activa (PEA) ha emigrado hacia el corredor industrial de El Salto, Jalisco, para emplearse como obreros y de manera precaria en el servicio turístico, esta última actividad manejada a través de la cooperativa de pescadores, que generalmente ofrece alimentos y viajes a la isla del Presidio para los visitantes[13].

Entenderemos como "biocultural" la relación que existe entre el hombre (como ente biológico) con su medio ambiente inmediato para subsistir y desarrollarse en un territorio determinado, y que a través de ese proceso va creando una identidad cultural manifestada a través de creencias, usos y costumbres. Castorena Machuca lo define como:

[1] Torres-González, 2012.
[2] Murillo-Liceaga, 2019.
[3] Bastos, 2011.
[4] Castillero, 2005.
[5] Botello-Aceves; Heredia-Mendoza; Moreno-Pérez, 1987.
[6] Hernández-García; Sandoval-Moreno, 2014.
[7] Martínez-Moreno, 2012.
[8] Hernández-García, 2006.
[9] Torres-González, 2012.
[10] Bastos, 2013.
[11] Duran-Matute, 2015.
[12] Comunidad Indígena de Mezcala, 2022.
[13] Torres-González, 2012.

Mapa 1. Localización de Mezcala de la Asunción en la ribera del lago de Chapala tomando como referencia la ciudad de Guadalajara, en el estado de Jalisco, México




Fuente: http://www.mejoresrutas.com

> "...un proceso mediante el cual los seres humanos como entes biológicos, definen, capturan, interpretan y modifican su entorno a partir de su conformación cultural"[14].

Bajo esos términos, la bioculturalidad del pueblo de Mezcala se conforma hoy en día por su persistente lucha en ser tratado como una comunidad indígena, por que se le respete su territorio, se le preserven sus usos y costumbres, pueda transmitir su identidad e historia a las nuevas generaciones, y pueda rescatar y/o encontrar nuevas formas de autosuficiencia a partir de lo que en otros tiempos le facilitaba su entorno ambiental a través de la pesca y la agricultura[15].

El lago de Chapala se ubica 45 kilómetros al sureste de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, y está situado en el límite entre los estados de Jalisco y Michoacán, encontrándose a 1.524 metros sobre el nivel del mar. Sus dimensiones aproximadas son 79 kilómetros de largo y un promedio de 28 kilómetros de ancho, y cubre un área aproximada de 1.146,59 kilómetros cuadrados[16]. El lago es de vital importancia para los habitantes de los 8 municipios ribereños en Jalisco y 3 en el estado de Michoacán pues contribuye parcialmente a la economía local con la pesca, la ganadería, el riego para la agricultura y el turismo, siendo también una de las principales fuentes de abastecimiento de agua para la zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara. El tipo de vegetación circundante que se puede identificar es el bosque tropical caducifolio, los bosques de encino y pino, matorrales subtropicales, y múltiples plantas acuáticas, que, en conjunto, influyen favorablemente sobre la regulación de los climas regionales de la cuenca Lerma-Santiago, la cual incluye a siete estados de la República Mexicana[17].

A principios del siglo XXI, la cuenca Lerma-Chapala ya era considerada un vertedero de aguas residuales, un depósito de contaminantes orgánicos y minerales, empezando a proliferar también la plaga dañina del lirio acuático[18]. Esta situación agravó la actividad pesquera

[14] Castorena-Machuca, 2011, 2.
[15] Covarrubias; Rosas, 2015. Hernández-García, 2014.
[16] Comisión Estatal de Agua Jalisco, 2023.
[17] Guzmán-Arroyo; Peniche-Camps; Romero-Morett, 2014.
[18] Covarrubias-Villa; Ojeda-Sampson; Arceo-Ortega, 2007.

de los pueblos ribereños, como Mezcala, e incluso generó otros focos de contaminación a las orillas del lago por el mal manejo de los residuos orgánicos e inorgánicos por parte de los pescadores[19]. En este sentido, los conflictos ambientales relacionados con el agua se pueden caracterizar por tener cargas emocionales y simbólicas, las cuales contribuyen a moldear la cultura del agua, del territorio y de la participación de las poblaciones que están asentadas en cuerpos de agua[20], como es el caso de Chapala. En 2010 queda constituida la AIPROMADES (Asociación Intermunicipal para la Protección del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Lago de Chapala) con el objetivo de propiciar la protección del medio ambiente y el desarrollo sustentable de las comunidades que circundan la laguna[21]. Sin embargo, el alcance de las políticas de esta instancia conformada por los 16 municipios, a los que pertenecen dichas comunidades, es limitado y no expresa la magnitud del problema de desvinculación entre los gobiernos locales, estatal y federal[22].

La investigadora Adriana Hernández-García propuso la coordinación con los pueblos ribereños para solucionar la situación agravante del lago de Chapala, a través de la formulación e implementación de una legislación y políticas públicas que garanticen su desarrollo sustentable y entendido como un proyecto económico, social, ambiental, humano, cultural y político, entre otros aspectos[23]. Por otro lado, Peniche-Champs y González-Oleachea apuestan por el "empoderamiento" de los actores locales y por un "nuevo paradigma de gestión" que trascienda las políticas, hasta ahora generales, y localice el problema a nivel sectorial, espacial, político e histórico para la recuperación y saneamiento de la laguna[24].

Según el diagnóstico oficial del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Poncitlán (2012), el cual incluye la situación detectada en Mezcala, el problema del desecho y manejo de residuos sólidos ya ameritaba medidas urgentes por la urbanización e industrialización del territorio, el asentamiento de nuevos habitantes en los poblados turísticos ubicados en la ribera del lago de Chapala y el colapso del único relleno sanitario. A lo largo de 2019, la prensa dio cuenta de los reclamos y gestiones que los pobladores de Mezcala estuvieron realizando ante las autoridades municipales para que se les proporcionara un servicio más eficiente de recolección de basura, tanto en el poblado como en los caminos que llevan al mismo, pues estaban formándose *basurales* (ver Figura 1).

Con la entrada de la actual administración municipal (2021-24), parecería que el problema del desecho y manejo de los residuos sólidos en Mezcala está bajo control porque ya son tres veces a la semana que pasa el camión recolector por las calles de la comunidad; sin

Figura 1. Formación de basurales en las calles de Mezcala

Fuente: fotografía de los autores.

[19] Sandoval-Moreno y Hernández-García, 2013.
[20] Poma, 2014.
[21] Asociación Intermunicipal para la Protección del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Lago de Chapala, 2022.
[22] Peniche-Camps y González-Olachea, 2020.
[23] Hernández-García, 2019.
[24] Peniche-Camps y González-Olachea, 2020.

embargo, la narrativa de nuestros entrevistados apunta que tal servicio es "insuficiente" pues los pobladores no las transfieren a sus áreas comunes y naturales como son calles, plaza central, malecón, lago, caminos y montañas.

## Marco teórico

En este estudio nos preguntamos cómo explorar la intención de los mezcalenses para resolver la incipiente problemática del mal manejo y disposición de los residuos sólidos (basura), y encontramos que desde la Teoría del Comportamiento Planificado (TCP, figura 2) podríamos detectar aquellas variables prevalecientes del paradigma de Icek Ajzen[25] en el discurso narrativo de los entrevistados, para llegar a una conclusión colectiva sobre el qué y cómo —desde la idiosincrasia y tradiciones— y abordar y resolver la necesidad de recuperar la armonía de la comunidad con su medio ambiente.

La TCP es un modelo teórico psicosocial proveniente de la psicología conductual. Sin embargo, también se considera una teoría psicológica social del comportamiento humano. Los elementos de la TCP se utilizaron como marco teórico para explicar la adopción de diferentes modelos. Por ejemplo, su antecedente es la Teoría de la Acción Razonada (TAR)[26], del mismo Icek Ajzen y de Thomas J. Madden[27], en donde las acciones se basan en las actitudes individuales, y consiste esencialmente en una descripción de las actitudes. La información que permite la formación de las mismas es de tipo cognitivo, afectivo y conductual. Sin embargo, la TAR no pone énfasis en las creencias que influyen directa o indirectamente en la intención conductual, por esta razón decidimos que la TCP sería el mejor lente teórico para analizar el contexto biocultural.

La TCP se aplica normalmente para predecir el comportamiento, y un concepto fundamental es la *intención* como un antecedente del comportamiento mismo. Sin embargo, este estudio no se centró en la predicción de un comportamiento sino en los elementos contextuales que influyen sobre la intención conductual de los residentes de Mezcala para crear una estrategia local que resuelva el grave problema de la acumulación de basura. En este aspecto la TCP asume lo que una persona hace en un contexto dado (un comportamiento visible) para la construcción de una intención de comportamiento y postula que las intenciones reflejan la influencia de varios factores: creencias, actitudes, normas subjetivas y control conductual percibido. Además, los factores no motivacionales que pueden condicionar la conducta (la disponibilidad real de tiempo, las condiciones facilitadoras, etc.) están representados por el control real sobre la conducta, o control conductual real[28].

Las actitudes relevantes representan:

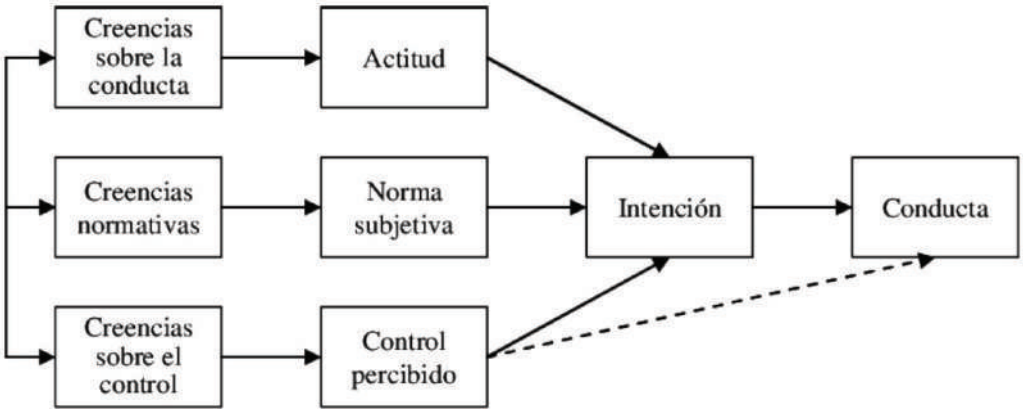
> "...el grado en que una persona tiene una evaluación o valoración favorable o desfavorable de la conducta en cuestión; las normas subjetivas representan la presión social percibida para realizar o no la conducta, y el control conductual percibido es la percepción de la conducta, así como facilidad o dificultad para realizar el comportamiento que refleja la experiencia pasada, así como los impedimentos y obstáculos previstos"[29].

Detrás de cada uno de estos conceptos, respectivamente, están las creencias de la persona sobre el resultado de realizar el comportamiento, sobre lo que otras personas quieren que haga y sobre sus habilidades, y la disponibilidad de recursos que le permitirán seguir adelante (Figura 2). La TCP es aplicada ampliamente en muchos campos de investigación para explicar comportamientos que van desde una dieta[30] hasta la adopción de nuevas técnicas agrícolas[31] o el comportamiento reproductivo. Sin embargo, hay muy pocos estudios en México[32] que aborden elementos bioculturales[33] y en poblaciones indígenas este tipo de estudios psicológicos es casi nulo. Al respecto, cabe resaltar que en las últimas dos décadas se han producido pocos trabajos académicos internacionales[34] que utilicen métodos de investigación cualitativos con la TPC[35] los cuales no han adquirido la reputación exploratoria como la tienen los estudios cuantitativos.

Los métodos desarrollados para la recopilación y el análisis de datos con el modelo TCP son en su mayoría cuantitativos[36] y los métodos cualitativos se sugieren solo para la obtención e interpretación de creencias

[25] Ajzen, 1991.
[26] Montano; Kasprzyk, 2008.
[27] Ajzen; Madden, 1986.
[28] Ajzen, 1991.
[29] Ajzen, 1991, 188.
[30] Conner; Sparks, 2005.
[31] Mastrangelo, 2018.
[32] Sánchez et al., 2019.
[33] Wojtarovksy-Leal; Piñar-Álvarez; Pérez-Juárez, 2018.
[34] Mak et al., 2019.
[35] Zoellner et al., 2012.
[36] Ajzen, 2004.

Figura 2. Modelo de la Teoría del Comportamiento Planificado




Fuente: Ajzen, 2019.

que impactan indirectamente en la intención conductual[37]. Sin embargo, en algunos casos la elección de un método de investigación cualitativo se ve obligada por el tipo de datos disponibles (por ejemplo, entrevistas) o por el número de casos disponibles que no permite el uso de técnicas estadísticas. Las razones por las que se ha escogido un diseño metodológico cualitativo son las siguientes: 1. Ya que se trata de un pueblo indígena con problemáticas sociales serias, como la pobreza y la lucha del territorio, por seguridad se tomó una muestra pequeña de participantes, 2. La baja o nula literalidad de los participantes mayores de edad, especialmente de los ancianos del pueblo, 3. La disposición de los datos para contestar la pregunta de investigación forzó a utilizar entrevistas semiestructuradas individuales y grupos focales, pues era la única forma de obtener información de los participantes.

## Metodología

Como se mencionó en la sección anterior, se expusieron las razones del porqué se tomó una perspectiva cualitativa con la TCP, así como la selección apropiada de los siguientes instrumentos para recopilar los datos: 1. Entrevistas semiestructuradas individuales, 2. Grupos focales, 3. Fotografías (producto de las observaciones directas). El número de participantes y fotografías fue decidido desde la proposición de muestra llamada "información de poder" donde se sostiene que "cuanto más rica y suficiente sea la información, menor será el número de participantes necesitados para el estudio"[38].

También seguimos los parámetros de suficiencias tradicionales para estudios cualitativos que sugieren que las muestras de participantes deben oscilar entre 30 y 50 individuos[39]. Nuestra muestra total fue de 32 individuos, considerando la riqueza y suficiencia de la información obtenida, así como de las fotografías tomadas.

Se realizaron quince entrevistas individuales que fueron tematizadas desde los elementos que constituyen el patrimonio biocultural de Mezcala y cómo este podría incrementar la intención de los pobladores para construir una estrategia local para el manejo de residuos sólidos. El proceso de selección de preguntas estuvo relacionado con las variables independientes del modelo TCP: a) Norma subjetiva (presión social por opinión de los demás); b) Actitud hacia el comportamiento (lo que piensa sobre el problema de la basura); c) Control percibido (lo que necesita para solucionar el problema); d) Creencias conductuales (experiencias pasadas con el manejo de la basura); e) Creencias normativas (creencia de presión social); y f) Creencias de control percibido (lo externamente necesario para una solución al problema).

Se congregaron cuatro grupos focales, con un total de 17 participantes, para explorar los factores o variables dependientes que pudieran surgir de experiencias grupales, así como las posibilidades de crear una estrategia común que contribuya a solucionar el problema de la acumulación de basura. El proceso de selección de preguntas se relacionó con las variables del modelo teórico TCP, al igual que en las entrevistas individuales.

Las fotografías reforzaron los datos obtenidos en las entrevistas individuales y los grupos focales. Se

[37] Ajzen, 2002.
[38] Malterud; Siersma; Guassora, 2016, 1753.
[39] Denzin; Lincoln, 1994.

tomaron 51 fotografías y el proceso de correlación a las narraciones fue el siguiente: a) Imágenes relacionadas a las narrativas de los participantes (ver tablas de análisis), y b) Complementaron evidencias de significación del conocimiento individual y colectivo adquirido, para realizar prácticas de separación de residuos sólidos o prácticas contaminantes establecidas.

## Aspectos éticos y manejo de la información

En este trabajo se decidió trabajar con pueblos indígenas por las siguientes razones: 1. Falta de estudios en psicología ambiental en pueblos indígenas que viven en la ribera del lago de Chapala, 2. Atención a un problema apremiante como lo es la contaminación causada por residuos sólidos, y 3. La posibilidad de abrir un nuevo campo de estudio en psicología ambiental y educación ambiental para comunidades indígenas. También se tomaron en cuenta cinco principios éticos universales: respeto, justicia, responsabilidad, honestidad y libertad. El respeto a los valores, costumbres y formas de pensar de cada una de las personas que participó en este estudio. La justicia de ser equitativos con todos los participantes siendo imparciales con todas las opiniones expresadas. La honestidad de nuestro trabajo, así como del contenido de los métodos de recopilación de datos. La libertad de expresar cualquier pensamiento u opinión aun si no estaba relacionado al tema de investigación, así como el derecho a renunciar al estudio en cualquier momento si así lo hubiesen decidido los participantes.

La Universidad de Guadalajara aprobó en lo general la ejecución de este proyecto, así como los métodos que fueron utilizados para recabar los datos (Oficio no. 829/DESU/DES/CUSCH/2021). Debido al nivel de analfabetismo que algunos de los participantes tenían (principalmente adultos mayores) se decidió obtener el consentimiento informado audio-grabado al principio de las entrevistas. Al ser un primer estudio en su tipo, la validez de los datos se reforzó en la medida en que sus resultados reflejaron una descripción de la realidad lo más completa posible, clara y representativa del fenómeno estudiado. En otras palabras, este estudio podrá ser replicable utilizando los mismos métodos utilizados, sembrando un antecedente de validez y referencia para futuros trabajos relacionados con la piscología discursiva aplicada en pueblos indígenas de Jalisco. Los datos recabados son confidenciales y permanecen bajo resguardo del primer autor de este trabajo. Finalmente, este estudio fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en el marco de Estancias Postdoctorales por México 2021-2022.

## Análisis y resultados interpretativos

El análisis de contenido consiste en codificar y/o clasificar los elementos que componen un mensaje en categorías significativas, con el propósito de hacer un sentido lógico de la interpretación del mensaje[40]:

a) Se analizaron segmentos narrativos relacionados a las variables de la teoría TCP.
b) Se redujeron bloques narrativos de análisis específicos.
c) Se determinó un esquema de categorías con TCP.
d) Se seleccionaron los segmentos narrativos más relacionados a la descripción de las variables dependientes TPC.
e) Se realizó una interpretación de cada variable para concluir los resultados finales.
f) Se utilizaron solo las siglas de los nombres de cada participante para proteger su anonimato.

La variable "creencia conductual" está basada en experiencias individuales que incrementan la intención personal de los residentes de Mezcala para una conducta positiva con respecto al manejo eficiente de los residuos sólidos; sin embargo, aunque este elemento no contribuye a crear una alternativa local que resuelva la acumulación de basura de manera colectiva, sí existieron experiencias vivenciales de manera grupal para tal propósito.

Las creencias conductuales de algunos de los mezcalenses entrevistados están ligadas a pasadas experiencias vivenciales que eran propias de la organización tradicional para el manejo y disposición de los residuos sólidos; en este caso, la existencia de la figura del "juez de barrio" que lideraba a los residentes para realizar faenas de limpieza en cada uno de los nueve barrios que aún conforman a la comunidad. La Tabla 1 muestra un segmento narrativo de una participante que se relaciona directamente a la variable de creencia conductual al describir una experiencia pasada de un rol social que contribuía a mantener limpio el pueblo de Mezcala.

[40] Piñeiro-Naval, 2020.

Tabla 1. Segmento narrativo relacionado a la variable creencia conductual

| Participante | Creencia conductual |
|---|---|
| MEC | "Antes había jueces de barrio (…) se encargaban de las calles; (…) y el jefe de barrio decía: *vamos a hacer una faena [de limpieza], vamos a casanguear [limpiar] el zacate…"* |

Fuente: Elaboración propia.

La variable "creencia normativa" se encuentra bajo el influjo del contexto biocultural de la comunidad de Mezcala, al tratarse de enseñanzas tradicionales de cómo disponer y manejar los residuos sólidos para conservar la armonía con su naturaleza (lago, tierra y bosque). Estas creencias, transmitidas de generación en generación, se han concretado temporal e interrumpidamente en el proceder semicolectivo (barrios y grupos de acción) para solucionar el problema de la basura, y de manera más frecuente a nivel individual.

En lo que se refiere a la "creencia normativa", la enseñanza primordial de padres y abuelos que guía generacionalmente a los mezcalenses con respecto al manejo y disposición de residuos sólidos, reside en el cuidado del lago de Chapala sobre los otros elementos que conforman su entorno natural (tierra y bosque); el agua, como fuente de origen y supervivencia del pueblo de Mezcala, tal y como queda de manifiesto en los ejemplos arriba citados. La Tabla 2 muestra dos segmentos narrativos los cuales se relacionan con la variable creencia normativa al manifestar lo que se debe hacer según criterios o presiones de los demás individuos de la comunidad.

La variable "creencia de control percibido" está presente de manera frecuente en la mayoría de las narraciones de los entrevistados, pues consideran diversos elementos externos que pudieran facilitar la realización de una conducta individual o grupal con respecto a un eficiente manejo y disposición de los residuos sólidos en Mezcala. En concreto, se identificó que de todos ellos la figura de autoridad —moral y/o formal reconocida— tiene mayor preponderancia sobre los otros elementos externos como normas, camiones recolectores de basura, incentivos, formación de grupos de limpieza y educación (campañas de concientización). Entendemos como figura de autoridad oficial a las diversas instancias de gobierno (desde la local a la federal), y como autoridad moral a grupos que se organizan entre sí o a individuos con liderazgo local.

La variable de creencia de control percibido está supeditada a diversos elementos externos (normas, camiones recolectores de basura, incentivos, formación de grupos de limpieza y educación, etc.) que facilitarían la conducta individual o grupal con respecto al manejo y disposición de los residuos sólidos, según la mayoría de los testimonios recabados. Detectamos que esta variable está profundamente vinculada a las formas tradicionales de organización, ya sea por medio de una autoridad moral (jueces de barrio) y/o una autoridad formal (comuneros/delegado/municipio). En los ejemplos se da cuenta de dicha necesidad para emprender campañas de concientización y educación para todo el pueblo de Mezcala. La Tabla 3 muestra dos segmentos narrativos que se relacionan a la variable de "creencia de control percibido" en donde se describen elementos externos necesarios que podrían incrementar la intención conductual de crear una idea o estrategia local.

En cuanto a la variable "actitud hacia el comportamiento", se encontraron atributos primordialmente negativos en la narrativa de los entrevistados cuando refirieron su sentir hacia la conducta manifestada por los habitantes, autoridades e incluso la propia, con respecto al manejo y disposición de los residuos sólidos en Mezcala. Sentimientos y emociones comprendidas en palabras como "tristeza", "dolor", "coraje", "ansia", "mal", "incómoda" enmarcan el juicio hacia el otro, e incluso la autocrítica, para valorar la conducta general del pueblo y de las autoridades de las que depende. Esta variable podría inhibir la intención personal y, consecuentemente, la conducta final de los pobladores para

Tabla 2. Segmento narrativo de dos participantes relacionado a la variable creencia normativa

| Participante | Creencia normativa |
|---|---|
| CSC | *"No vayan a tirar cosas a la laguna…"* (Le decían padres y abuelos) |
| ADC | "Pues sí, principalmente eso, que no tirara basura y, o sea, que cuidáramos nuestra laguna, porque pos de ahí es nuestras raíces…" (Enseñanza de padres y abuelos) |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Segmentos narrativos relacionados a la variable creencia de control percibido

| Participante | Creencia de control percibido |
|---|---|
| AJ | "De mi parte que se juntaran grupos porque es para nuestro propio bien, nuestra propia salud, recolectar basura, aunque no nos dieran nada a cambio, pues, porque es tu pueblo…" |
| Focal 4 (IJC) | "Que *haiga* (haya) alguien que nos oriente a todos, no nada más nosotros, que nos oriente a todo el pueblo y nos haga saber por qué motivo debemos de juntar la basura…" |

Fuente: Elaboración propia.

involucrarse en la solución del problema de la basura; sin embargo, también los hace darse cuenta de la urgencia de actuar con respecto al rescate de su entorno natural, en especial la proporción del lago de Chapala que es parte de su territorio.

De las dieciséis narrativas referentes a la variable actitud hacia el comportamiento, dos reconocen responsabilidad individual dentro de las valoraciones negativas que observan en Mezcala con respecto al manejo y disposición de los residuos sólidos. Esta valoración comprende el comportamiento y/o hábitos de conservación del entorno natural, principalmente enfocado al lago de Chapala y el recurso que este les genera (peces). La Tabla 4 muestra dos segmentos narrativos que se relacionan a la variable de actitud hacia el comportamiento en donde se describe lo que cada participante piensa sobre el problema en Mezcala y cómo esto pudiera afectar a la intención conductual de crear una idea o estrategia local.

La variable "norma subjetiva", entendida como la presión social para ejecutar un comportamiento determinado, fue percibida en tres sentidos dentro de la narrativa de los entrevistados: aquella que influye para que los residentes de Mezcala asuman su responsabilidad con respecto al manejo de los residuos sólidos, aquella que la inhibe por temor a ser criticados por la comunidad y finalmente la que resulta indiferente porque no determina ni impide la intención de los pobladores dispuestos a participar.

De los doce extractos narrativos recabados en Mezcala, concernientes a la variable norma subjetiva, identificamos tres sentidos de proceder individual y/o colectivo con respecto al manejo y disposición de los residuos sólidos. El juicio facilitador de la participación, citado por GPG, el juicio inhibidor de la acción, citado por AJ, y finalmente el juicio que es acogido con indiferencia porque no determina la voluntad del participante, citado por MM del Focal 1. La Tabla 5 muestra tres segmentos narrativos que se relacionan a la variable de norma subjetiva en donde se describe lo que cada participante piensa sobre el problema en Mezcala y cómo esto pudiera afectar la intención conductual de crear una idea o estrategia local.

En cuanto a la variable "control conductual percibido", encontramos en la narrativa de los entrevistados diversos moderadores que incrementarían la capacidad de los pobladores para actuar con respecto al manejo y disposición de los residuos sólidos; todos estos moderadores de carácter externo y que provendrían de una figura de autoridad gubernamental (proveedor de programas sociales que recompensen con incentivos, camiones recolectores, barrenderos, campañas de

**Tabla 4. Segmentos narrativos relacionados a la variable actitud hacia el comportamiento**

| Participante | Actitud hacia el comportamiento |
|---|---|
| ADC | "Triste. Sí, porque a veces *semos* (somos) personas que nomás pos no tenemos consciencia..." |
| Focal 4 (DSA) | "Pero *orita* (ahorita) no, *orita* no hay respeto, *orita* la gente ni barre, le vale; hay días que ni barre su casa y todo, ey...nosotros mismos estamos contaminando la laguna, ¿eh? pero eso también es culpa del gobierno..." |

**Figura 3.** Basura en las orillas del lago de Chapala junto al malecón de Mezcala

Fotografía relacionada a este segmento narrativo: "*nosotros mismos estamos contaminando la laguna*". En la Figura 3, podemos observar la acumulación de residuos sólidos (basura) en las orillas del lago de Chapala junto al malecón de Mezcala.

Fuente: fotografía de los autores.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Segmentos narrativos relacionados a la variable norma subjetiva

| Participante | Norma subjetiva |
|---|---|
| GPG | "Sale el señor cura a veces, nos dice: *barran las calles, limpien sus calles.* ¡Pues sí, si es cierto, que los limpie uno!.." |
| AJ | "...no me puede afectar (el juicio de la gente) porque no estoy haciendo nada malo, sino porque tenemos que ser conscientes que tenemos que mantener limpias nuestras calles..." |
| Focal 1 (MM) | "...salíamos por todas las partes (para limpiar las calles), pero ellos venían y decían: *Es que siéntenlas, es que no tienen que hacer, no tienen mando de marido.* Y *pus* (pues) la verdad a nosotros en nuestra persona, sí nos daba pena..." |

Fuente: Elaboración propia.

concientización, educadores, etc.) o de un liderazgo comunal (jueces de barrio). Se manifiesta la necesidad individual de actuar en colectividad para solucionar el problema de la basura en Mezcala.

De los diez testimonios recabados que encajan en la variable control conductual percibido, dos de estos (MEC y VGR del Focal 4) confirman la necesidad de actuar en colectividad con respecto al ideal manejo y disposición de los residuos sólidos en Mezcala, bajo la guía de la figura de autoridad tradicional "juez de barrio", o ya en segundo plano supeditado a una figura de autoridad formal como sería el delegado municipal. La Tabla 6 muestra dos segmentos narrativos que se relacionan a la variable de control conductual percibido en donde se describe lo externamente necesario que se necesita para incrementar la intención conductual.

Una vez que abordemos todas las creencias (conductual, normativa y de control) concernientes al modelo TCP, interpretaremos cómo este tipo de creencias influyen sobre sus elementos centrales (actitud, norma subjetiva y control percibido) y finalmente concluiremos cómo todos ellos, en combinación, influyen en la intención conductual de forma individual y grupal de los

Tabla 6. Segmentos narrativos relacionados a la variable control conductual percibido

| Participante | Control percibido |
|---|---|
| MEC | "Necesitamos que se renueven los jueces de barrio y activarlos otra vez..." |
| Focal 4 (VGR) | "Bueno, si yo fuera autoridad municipal, lo que haría es pasar en cada barrio (...) y exhortar que se hicieran responsables a juntar la basura de sus casas, de la calle donde están viviendo..." |

Fuente: Elaboración propia.

residentes de Mezcala de la Asunción. Mención aparte merecerá la existencia de prácticas proambientales que se circunscriben al ámbito privado y que, en casos aislados, trasciende al colectivo, que es lo que finalmente se busca en este estudio con respecto al manejo y disposición de residuos sólidos.

Las creencias conductuales, normativas y de control son consideradas como verdades subjetivas o algo que los sujetos toman como cierto, ya que estas no se relacionan con su realidad objetiva, sino como su propia interpretación de la realidad al relacionarse con el entorno social y natural. Explicado esto encontramos entonces que: a) Las creencias conductuales de algunos de los mezcalenses entrevistados están ligadas a pasadas experiencias vivenciales que eran propias de la organización tradicional para el manejo y disposición de los residuos sólidos; en este caso, la existencia de la figura del "juez de barrio" que lideraba a los residentes para realizar faenas de limpieza en cada uno de los nueve barrios que aún conforman la comunidad; b) La creencia normativa se encuentra bajo el influjo del contexto biocultural de la comunidad de Mezcala, al tratarse de enseñanzas tradicionales de cómo disponer y manejar los residuos sólidos para conservar la armonía con su naturaleza (lago, tierra y bosque). Estas creencias, transmitidas de generación en generación, se han concretado temporal e interrumpidamente en el proceder semicolectivo (barrios, grupos, programas gubernamentales) para solucionar el problema de la basura, y de manera más frecuente a nivel individual; c) La creencia de control percibido está presente de manera frecuente en la mayoría de las narraciones de los entrevistados, pues consideran diversos elementos externos (p. ej., camiones de basura, educadores ambientales, incentivos económicos, etc.) que pudieran facilitar la realización de una conducta individual o grupal con respecto a un eficiente manejo y disposición de los residuos sólidos en Mezcala. En concreto, se identificó que de todos ellos la figura de autoridad —moral y/o formal— tiene mayor preponderancia sobre los otros elementos externos como normas, camiones recolectores de basura, incentivos, formación de grupos de limpieza y educación (campañas de concientización). Entendemos como figura de autoridad oficial a las diversas instancias de gobierno (desde la local a la federal), y como autoridad moral a grupos que se organizan entre sí o a individuos con liderazgo local.

Hasta aquí vemos entonces que todas estas creencias están influenciadas por elementos externos al individuo y que pertenecen al contexto biocultural de

Mezcala, lo cual significa que persisten enseñanzas y tradiciones que contribuyen a incrementar o inhibir la intención conductual para conservar la armonía con la naturaleza circundante. Una de estas tradiciones que influirían positivamente es el rescate de la figura del 'juez de barrio', según la creencia de una de las entrevistadas (MEC), quien ya lo ha experimentado en el presente. Por otro lado, se detectaron dentro de las narrativas condiciones inhibitorias de la intención conductual individual o colectiva, el creer que la falta de programas de concientización para el manejo de residuos sólidos y la falta de recursos, como camiones y botes recolectores de basura, son un impedimento para resolver la problemática de la basura en la comunidad. Cabe destacar que ninguna de estas creencias afecta negativamente al proceder individual con respecto al manejo de residuos sólidos, sino que contribuye a que todos los residentes de Mezcala muestren una alta disposición para participar colectivamente en actividades proambientales.

Para el caso de nuestro estudio, los elementos centrales de la TCP fueron determinantes para definir la intención conductual con respecto a la elaboración de una estrategia comunitaria para el manejo y disposición de los residuos sólidos en Mezcala. En cuanto a la variable actitud hacia el comportamiento, que valora negativa o positivamente un comportamiento, se encontraron atributos primordialmente negativos en la narrativa de los entrevistados cuando refirieron su sentir hacia la conducta manifestada por los habitantes, autoridades e incluso la propia, con respecto al manejo y disposición de los residuos sólidos en Mezcala. Esta variable podría inhibir la intención personal y, consecuentemente, la conducta final de los pobladores para involucrarse colectivamente en la solución del problema de la basura; sin embargo, también los hace darse cuenta de la urgencia de actuar con respecto al rescate de su entorno natural, en especial la proporción del lago de Chapala que les corresponde como territorio. La variable norma subjetiva, entendida como la presión social para ejecutar un comportamiento determinado, fue percibida en tres sentidos dentro de la narrativa de los entrevistados: aquella que influye para que los residentes de Mezcala asuman su responsabilidad con respecto al manejo de los residuos sólidos, aquella que la inhibe por temor a ser criticados por el resto de la población y finalmente la que resulta indiferente porque no determina ni impide la intención de los pobladores dispuestos a participar. En cuanto a la variable control conductual percibido, referente a las percepciones de las personas sobre su capacidad para realizar un comportamiento, encontramos en la narrativa de los entrevistados diversos moderadores que incrementarían la capacidad de los pobladores para actuar con respecto al manejo y disposición de los residuos sólidos; todos estos moderadores de carácter externo provendrían de una figura de autoridad gubernamental (proveedor de programas sociales que recompensen con incentivos, camiones recolectores, barrenderos, campañas de concientización, educadores, etc.) o de un liderazgo comunal (jueces de barrio).

De los tres elementos centrales de la TCP, la actitud del comportamiento nos permite distinguir la responsabilidad individual y colectiva a través de juicios de valor sobre los hábitos y actitudes de ellos mismos y de los otros residentes de Mezcala con respecto al manejo de los residuos sólidos. Estas valoraciones estarían ligadas profundamente a la norma subjetiva, que en este estudio se percibe en tres sentidos: la que influye positivamente, la que inhibe y la que se reconoce, pero no es determinante. Cabe destacar que, pese a esta percepción en tres sentidos, encontramos que, de acuerdo con la variable control percibido, se manifiesta la necesidad individual de actuar en colectividad para solucionar el problema de la basura en Mezcala a través de diversos moderadores externos tales como las figuras de autoridad formal y tradicional. Finalmente, se encontró que todos los entrevistados realizan prácticas pro-ambientales dentro de sus viviendas y patios; ejemplos: separación de basura en orgánica e inorgánica, utilización de residuos orgánicos (de verdura y frutas) para abono de plantas y/o alimentos de animales domésticos, reciclaje de PET, cartón, vidrio y otros productos inorgánicos. Inferimos que estas prácticas acrecientan la disposición de participar en una estrategia comunitaria para reducir la basura en el pueblo de Mezcala.

La variable de la intención con respecto a participar en la limpieza de residuos sólidos en Mezcala se manifiesta en todos y cada uno de los entrevistados, pero siempre condicionada a realizarlo en grupos e incluso no descartando la dirección de parte de una figura de autoridad formal (delegación/municipio/comisaría) o tradicional (juez de barrio o líder de grupo). Resulta evidente que la variable intención está siempre presente en la narrativa de los entrevistados con respecto a la urgencia de un buen manejo y disposición de los residuos sólidos en Mezcala, destacando elementos que le dan sentido a su bioculturalidad, como la necesidad de rescatar prácticas tradicionales (el juez de barrio como líder que dirija faenas de limpieza en los nueve barrios).

Esto no solo para conservar en buen estado el territorio (casa, patios, calles, áreas comunes), sino además aquello que les da sentido de pertenencia y arraigo al lugar, como lo es el lago de Chapala y el bosque que los circunda.

## Discusión

Nuestra discusión se centró en el significado de los resultados en relación con la narrativa biocultural expuesta por los participantes. Siguiendo la definición de Castorena-Machuca[41], en relación con la TCP[42], ofreció un análisis considerando las creencias bioculturales y cómo estas influenciaron directa e indirectamente en la intención conductual de los participantes con respecto a su entorno natural y cultural. El esquema de categorías fue aplicado a todas las variables por igual con respecto a las prácticas sobre separación de residuos sólidos en Mezcala. Los resultados fueron mixtos y multifacéticos dependiendo de los segmentos narrativos descritos por cada participante.

Las creencias conductuales se encontraron mayormente ligadas a experiencias vivenciales pasadas sobre el manejo y organización de los residuos sólidos. Se observó que existe una creencia de un liderazgo formal o tradicional si se quiere llegar a implantar prácticas de separación de residuos sólidos. La creencia normativa fue influenciada por el contexto biocultural, la cual refiere primordialmente a la conservación del lago de Chapala. El grado de detrimento ambiental del lago hace considerarlo como una zona de sacrificio a causa de los desechos que son vertidos a cuerpos de agua circundantes debido a la industrialización de la zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara. Esta reflexión se puede correlacionar con el trabajo de Peniche-Champs y González-Oleachea[43], presentado al principio de este trabajo, ya que el tipo de resultados generados por la TPC puede contribuir a que se puntualice el problema a nivel municipal, sectorial, político e histórico para la contribuir recuperación y saneamiento del lago y sus ecosistemas circundantes.

Con respecto a la variable actitud hacia el comportamiento se encontraron atributos negativos referentes hacia todo el contexto social y al comportamiento propio cuando se refieren al manejo de los residuos sólidos. La variable de norma subjetiva pudo entenderse en tres categorías: 1. La que influye positivamente a la conducta, 2. La que inhibe o influye negativamente a la conducta, y 3. La que es neutral o indiferente teniendo ningún efecto sobre la conducta. La variable de control percibido se encontró influenciada por múltiples factores externos, como los incentivos en programas sociales y el liderazgo comunal. En este aspecto la TCP nos ayudó a inferir que la construcción de la intención de comportamiento de los residentes de Mezcala refleja la influencia de la mayoría de las variables del modelo presentado: creencias, actitudes, normas subjetivas y control conductual percibido.

La TCP se aplica normalmente para predecir el comportamiento, y un concepto fundamental es la *intención* como un antecedente del comportamiento mismo. La variable de intención se manifestó en todos y cada uno de los entrevistados con respecto a participar en un programa de limpieza de residuos sólidos. Sin embargo, esta estuvo siempre condicionada a realizarlo de forma grupal o bajo la dirección de parte de una figura de autoridad formal (p. ej., delegado o juez de barrio). Con los resultados expuestos de cada una de las variables se puede inferir que existen elementos que se pueden utilizar para influenciar la conducta de una manera positiva y hacer frente al problema de contaminación por residuos sólidos causado por múltiples elementos, como son la falta de infraestructura municipal y la desigualdad social en comparación con otros municipios.

## Conclusión

Existe en la conciencia comunitaria, como parte de las enseñanzas ancestrales y prácticas tradicionales, el compromiso latente de conservar en buen estado el lago de Chapa, bosque y tierras de cultivo que conforman Mezcala. Pese a que esta biodiversidad hoy en día se encuentra menoscabada por la degradación ambiental, les sigue dando sentido de pertenencia y les aporta fuentes de sobrevivencia a través de la pesca y agricultura de autosuficiencia. Una de estas prácticas tradicionales se refiere a figuras de liderazgo local como los "jueces de barrio", que antaño representaban a cada uno de los nueve barrios y los cuales se propone reactivar para emprender acciones que resuelvan la problemática del manejo y disposición de los residuos sólidos en el pueblo. La conexión que los mezcalenses aún mantienen con su entorno natural y sus raíces influyó fuertemente como moderador positivo en

[41] Castorena-Machuca, 2011.
[42] Ajzen, 1991.
[43] Peniche-Camps; González-Olachea, 2020.

las tres variables centrales (actitud hacia el comportamiento, norma subjetiva y control percibido) que componen el modelo de la Teoría del Comportamiento Planeado, incrementando la intención conductual de participar en una estrategia colectiva para reducir la basura en la comunidad.

## Referencias

**Ajzen, Icek.** 1991: "The Theory of Planned Behavior". *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211. https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T

**Ajzen, Icek.** 2002: *Constructing a TPB questionnaire: Conceptual and methodological considerations*. http://wwwunix.oit.umass.edu/~aizen/pdf/tpb.measurement.pdf

**Ajzen, Icek.** 2004: *Frequently Asked Questions*. http://people.umass.edu/aizen/faq.html

**Ajzen, Icek.** 2019: *Theory of planned behavior diagram*. https://people.umass.edu/aizen/tpb.diag.html

**Ajzen, Icek; Madden, Thomas J.** 1986: "Prediction of goal-directed behavior: Attitudes, intentions, and perceived behavioral control". *Journal of Experimental Social Psychology,* 22(5), 453-474. https://doi.org/10.1016/0022-1031(86)90045-4

**Asociación Intermunicipal para la Protección del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Lago de Chapala (AIPROMADES).** 2022: *Quiénes Somos.* http://www.aipromades.org/quienes-somos

**Bastos, Santiago.** 2011: "La nueva defensa de Mezcala: un proceso de recomunalización a través de la renovación étnica". *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad*, 32 (125), 87-122. https://doi.org/10.24901/rehs.v32i125.578

**Bastos, Santiago.** 2013: "La micropolítica del despojo: Mezcala de la Asunción en la globalización neoliberal". *Revista de estudios y pesquisas sobre las Américas*, 7 (2), 105-134. https://doi.org/10.21057/repam.v7i2.10025

**Botello-Aceves, Brígida del Carmen; Heredia-Mendoza, Magdalena; Moreno-Pérez, Raquel (Coords.).** 1987: *Memoria del municipio en Jalisco.* Guadalajara (México), Unidad Editorial del Gobierno del estado de Jalisco.

**Castillero, Rasa María (Coord.).** 2005: *Mezcala: expresión de un pueblo indígena en el período colonial. Vicisitudes y fortalezas*. Guadalajara (México), Universidad de Guadalajara.

**Castorena-Machuca, José Manuel.** 2011: *La biología cultural y el cuidado del Medio Ambiente*. https://www.monografias.com/trabajos89/biologia-cultural/biologia-cultural.shtml#google_vignette

**Comisión Estatal del Agua Jalisco.** 2023: *Lago de Chapala*. https://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/chapala/

**Comunidad Indígena de Mezcala.** 2022: *Tras años de trabajo hoy es una realidad: se reconoce oficialmente al pueblo coca en Jalisco.* https://www.facebook.com/188020045349955/photos/a.195229634628996/1140532483432035/

**Conner, Mark; Sparks, Paul.** 2005: "Theory of planned behavior and health behavior", en Conner Mark y Norman Paul (Eds.), *Predicting Health Behavior: Research and Practice with Social Congnitive Models.* New York (EUA), Two Penn Plaza,170-222.

**Covarrubias-Villa, Francisco; Ojeda-Sampson, Alejandra; Arceo-Ortega, María Guadalupe.** 2007: "Los condicionantes del desarrollo turístico del lago de Chapala y su ribera". *Quivera*, 9 (2), 195-230. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40190208

**Covarrubias, Jorge; Rosas, Jorge Ignacio.** 2015: "Identidad y territorio: 'La comunidad indígena de Mezcala'". *Interculturalidad y Fenómenos de la Lengua*, 1(1), 70–79. https://doi.org/10.32870/punto.v1i1.7

**Denzin, Norman Kent; Lincoln, Yvonna Sessions.** 1994: *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks (EUA), Sage Publications.

**Durán-Matute, Inés.** 2015: "Los comuneros de Mezcala en confrontación con las redes institucionales de poder". *Espiral*, 22(62), 205-232. https://doi.org/10.32870/espiral.v22i62.253

**Guzmán-Arroyo, Manuel; Peniche-Camps, Salvador; Romero-Morett, Martin Guadalupe.** 2014: *El lago de Chapala: Un Humedal de Importancia Social y Ambiental*. Guadalajara (México), Universidad de Guadalajara.

**Hernández-García, Adriana.** 2006: "Mezcala: encuentros y desencuentros de una comunidad". *Espiral Estudios Sobre Estado y Sociedad,* 12(36), 97-128. http://www.espiral.cucsh.udg.mx/index.php/EEES/article/view/1310

**Hernández-García, Adriana.** 2014: "La construcción de lo sustentable ante escenarios socioambientales de riesgo en el lago de Chapala". *Ambiente y Desarrollo*, 18 (35), 83-94. https://doi.org/10.11144/Javeriana.AyD18-35.cses

**Hernández-García, Adriana.** 2019: "El impacto de la globalización neoliberal en el lago de Chapala, Jalisco, México: riesgos que afectan al patrimonio biocultural de las comunidades lacustres". *Cuadernos de Trabajo de la Red WATERLAT-GOBACIT*, 6(1), 50-64.

**Hernández-García, Adriana; Sandoval-Moreno, Adriana.** 2014: "Agua y tierra: organización y reordenamiento de las tierras ganadas y actividades emergentes en el lago de Chapala, México (1904-2014)". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (5), 111-120. https://doi.org/10.17561/at.v0i5

**Malterud, Kirsti; Siersma, Volker Dirk; Guassora, Ann Dorrit.** 2016: "Sample Size in Qualitative Interview Studies: Guided by Information Power". *Qualitative Health Research*, 26(13):1753-1760. https://doi.org/10.1177/1049732315617444

**Mak, Tiffany.** M. W; Yu, Iris K. M.; Wang, Lei; Hsu, Shu Chen; Tsang, Daniel C. W.; Li, C. N; Yeung, Tiffany L. Y.; Zhang, Rong; Poon, Chi Sun. 2019: "Extended theory of planned behavior for promoting construction waste recycling in Hong Kong". *Waste Management*, *83*, 161-170. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.11.016

**Martínez-Moreno, Blanca del Rocío.** 2012: *Tierra, historia y pueblo: Memoria y acción política en la comunidad indígena de Mezcala Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México*. Tesis de maestría en Historia. Universidad de Guadalajara. Guadalajara (México). http://www.biblioteca.cucsh.udg.mx/?q=vista-tesis-maestria&page=7

**Mastrangelo, Matías Enrique.** 2018: "Aproximaciones al estudio del comportamiento de los productores agropecuarios en el Chaco Seco". *Ecología austral*, *28*(2), 418-434. https://doi.org/10.25260/EA.18.28.2.0.644

**Montano Daniel; Kasprzyk, Danuta.** 2008: "Theory of reasoned action, theory of planned behavior, and the integrated behavioral model", en Glanz, Karen; Rimer, Barbara K.; Viswanath, Kasisomayajula (Coords.), *Health Behavior and Health Education: Theory, Research, and Practice*. San Francisco (EUA), Jossey-Bass, 67-96.

**Murillo-Liceaga, Daniel.** 2019: "Territorialidades indígenas y agua, más allá de las cuencas hidrográficas". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (14), 33-44. https://doi.org/10.17561/at.14.4509

**Piñeiro-Naval, Valeriano.** 2020: "The content analysis methodology. Uses and applications in communication research on Spanish-speaking countries". *Journal of Communication and Society, 33* (3), 1-15. https://doi.org/10.15581/003.33.3.1-15

**Peniche-Camps, Salvador; González-Olachea, Sara A.** 2020: "La gestión de las aguas nacionales: visiones de lo federal y local. El caso del lago de Chapala". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (15), 81-88. https://doi.org/10.17561/at.15.4601

**Poma, Alice.** 2014: "Más allá de la resistencia: emociones y cambio cultural en dos experiencias de conflictos contra obras hidráulicas en España y México". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (4), 96-106. https://doi.org/10.17561/at.v1i4

**Sánchez, Julieta; Martínez, Alma; Nazar, Gabriela; Mosso, Constanza; Del-Muro, Leslie.** 2019: "Creencias alimentarias en estudiantes universitarios mexicanos: una aproximación cualitativa". *Revista chilena de nutrición*, *46*(6), 727-734. https://doi.org/10.4067/S0717-75182019000600727

**Sandoval-Moreno, Adriana; Hernández-García, Adriana.** 2013: "Cambios socioambientales y crisis de los pescadores en el lago de Chapala, en México". *Ambiente y Desarrollo*, 17(32), 13-27. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4468363.pdf

**Torres-González, Luis Gabriel.** 2012: *Programa de ordenamiento ecológico local del Municipio de Poncitlán, Jalisco: Diagnóstico 2012*. Jalisco (México), Municipio de Poncitlán, 1-149.

**Wojtarovksy-Leal, Astrid; Piñar-Álvarez, María de los Ángeles; Pérez-Juárez, María del Rayo.** 2018: "¿Por qué Teocelo sí pudo? un análisis de los factores de éxito del programa de gestión integral de residuos sólidos municipales desde la teoría del comportamiento planificado". *Revista Cultura y Representaciones Sociales, 25*(1), 238-275. http://doi.org/10.28965/2018-25-09

**Zoellner, Jamie; Krzeski, Erin; Harden, Samantha; Cook, Emily; Allen, Kacie; Estabrooks, Paul Argus.** 2012: "Qualitative application of the Theory of Planned Behavior to understand beverage consumption behaviors among adults". *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112(11), 1774-1784. http://dor.org/10.1016/j.jand.2012.06.368

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# Usos y concepciones del agua como elemento vital en el resguardo indígena "La Victoria" de las etnias Piapoco y Achagua: tránsito de lo nómada a lo sedentario

## *Uses and conceptions of water as a vital element in the indigenous reservation "La Victoria" of the Piapoco and Achagua ethnic groups: transit from the nomadic to the sedentary*

**Angee Rowena Córdoba Guatavita**
Universidad Santo Tomás
Seccional Villavicencio. Colombia
angeecordoba@usantotomas.edu.co
ORCID: 0000-0002-6472-8768

**Aura Melissa Hernández Pinzón**
Universidad Santo Tomás
Seccional Villavicencio. Colombia
aurahernandez@ustavillavicencio.edu.co
ORCID: 0000-0003-0761-7751

**José Vicente Ospina Sogamoso**
Universidad Santo Tomás
Seccional Villavicencio. Colombia
joseospinas@usantotomas.edu.co
ORCID: 0000-0002-8394-6584

**Información del artículo**
**Recibido:** 24/10/2022
**Revisado:** 10/07/2023
**Aceptado:** 26/09/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.7511

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMEN**

La comunidad del resguardo indígena "La Victoria" ha vivido una etapa de transición y ambigüedad por más de 40 años debido al cambio de vida nómada al sedentario, cuestión que ha exacerbado prácticas ajenas que dificultan la configuración de un sentido anclado al territorio, tales como la intervención e imposición del conocimiento técnico-científico a través del diseño, construcción y manejo del actual sistema de distribución de agua cruda. Debido a lo anterior, este artículo busca describir las circunstancias de la comunidad en cuanto a su relacionamiento con el agua para el consumo y proponer la alternativa de los acueductos comunitarios como mecanismos complejos que desarrollan las comunidades entorno a la necesidad del acceso al agua; siendo de gran importancia por su carácter popular y la articulación de aspectos complejos de las relaciones humanas con el ambiente en el que habitan.

**PALABRAS CLAVE:** Acueducto Comunitario, Nómada, Sedentario, Territorio, Desterritorialización.

**ABSTRACT**

The community of the indigenous reserve "La Victoria" has lived a stage of transition and ambiguity for more than 40 years, due to the change from nomadic to sedentary life, an issue that has exacerbated practices alien to it, making it difficult to configure a sense anchored to the territory, such as the intervention and imposition of technical-scientific knowledge through the design, construction and management of the current raw water distribution system. Due to the above, this article seeks to describe the circumstances of the community in terms of its relationship with water for consumption and propose the alternative of community aqueducts as complex mechanisms that communities develop around the need for access to water, being of great importance for its popular character and the articulation of complex aspects of human relations with the environment in which they live.

**KEYWORDS:** Community Aqueduct, Nomad, Sedentary, Territory, Deterritorialization.

## Usos e concepções da água como elemento vital no território indígena "La Victoria" das etnias Piapoco e Achagua: transição do nômade ao sedentário

**RESUMO**

A comunidade do território indígena "La Victoria" viveu uma fase de transição e ambiguidade por mais de 40 anos devido à mudança de uma vida nômade para sedentária, o que tem exacerbado práticas externas que dificultam a construção de um sentido ancorado ao território, como a intervenção e imposição do conhecimento técnico-científico através do projeto, construção e gestão do atual sistema de distribuição de água bruta. Por isso, este artigo busca descrever as circunstâncias da comunidade em relação à sua relação com a água para consumo e propor a alternativa dos aquedutos comunitários como mecanismos complexos que desenvolvem as comunidades em torno da necessidade de acesso à água; sendo de grande importância por seu caráter popular e a articulação de aspectos complexos das relações humanas com o ambiente em que habitam.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aqueduto Comunitário, Nômade, Sedentário, Território, Desterritorialização.

## Usages et conceptions de l'eau en tant qu'élément vital dans le territoire indigène "La Victoria" des ethnies Piapoco et Achagua : transition du nomadisme au sédentarisme

**RÉSUMÉ**

La communauté du territoire indigène "La Victoria" a vécu une période de transition et d'ambiguïté pendant plus de 40 ans en raison du passage d'une vie nomade à une vie sédentaire, ce qui a exacerbé des pratiques externes rendant difficile la construction d'un sens ancré au territoire, telles que l'intervention et l'imposition des connaissances techniques et scientifiques à travers la conception, la construction et la gestion du système actuel de distribution d'eau brute. En conséquence, cet article vise à décrire les circonstances de la communauté en ce qui concerne sa relation avec l'eau pour la consommation et à proposer l'alternative des aqueducs communautaires comme des mécanismes complexes qui développent les communautés autour de la nécessité d'accès à l'eau; leur caractère populaire et l'articulation d'aspects complexes des relations humaines avec l'environnement dans lequel elles vivent les rendant d'une grande importance.

**MOTS-CLÉ** : Aqueduc Communautaire, Nomade, Sédentaire, Territoire, Déterritorialisation.

## Usi e concezioni dell'acqua come elemento vitale nel territorio indigeno "La Victoria" delle etnie Piapoco e Achagua: transizione dal nomadismo al sedentarismo

**RIASSUNTO**

Usi e concezioni dell'acqua come elemento vitale nel territorio indigeno "La Victoria" delle etnie Piapoco e Achagua: transizione dal nomadismo al s La comunità dell'insediamento indigeno "La Victoria" ha vissuto una fase di transizione e ambiguità per più di 40 anni a causa del passaggio da una vita nomade a una sedentaria, situazione che ha accentuato pratiche esterne che ostacolano la costruzione di un senso ancorato al territorio, come l'intervento e l'imposizione delle conoscenze tecniche e scientifiche attraverso la progettazione, la costruzione e la gestione dell'attuale sistema di distribuzione dell'acqua grezza. A causa di ciò, questo articolo mira a descrivere le circostanze della comunità riguardo al suo rapporto con l'acqua per il consumo e a proporre l'alternativa degli acquedotti comunitari come meccanismi complessi che sviluppano le comunità intorno alla necessità di accesso all'acqua; essi rivestono grande importanza per il loro carattere popolare e l'articolazione di aspetti complessi delle relazioni umane con l'ambiente in cui vivono.

**PAROLE CHIAVE:** Acquedotto Comunitario, Nomade, Sedentario, Territorio, Desterritorializzazione.

## Introducción

Como seres humanos, actualmente experimentamos una serie de transiciones que afectan el desarrollo de nuestra existencia en relación con el ambiente. Estos procesos se reflejan en la estructura sociocultural y pueden representar cambios en diversas prácticas vinculadas con aquellos elementos vitales para la vida humana como el agua, el aire y la tierra. En medio de las transiciones, las relaciones que se establecen con los elementos mencionados resultan ser ambiguas, dado que se observan sistemas territoriales desequilibrados por la priorización de intereses económicos y desconocimiento de las dinámicas de los ecosistemas y sus comunidades.

El desequilibrio se establece desde prácticas de carácter occidental, en donde la interacción con el territorio supone el uso de técnicas y tecnologías que corresponden con la concepción moderna de progreso y, por tanto, el desarrollo de la vida encaminado a ese propósito. Dadas estas condiciones se refleja una cultura hegemónica de las formas de trabajo, explotación y consumo de la tierra, el agua y el aire, la cual prioriza el diseño y el desarrollo de prácticas para contribuir al avance local desde de la extracción de los recursos, usos desarticulados al ecosistema y afectación en el equilibrio ambiental.

Esta circunstancia no es ajena al contexto colombiano, específicamente en el departamento del Meta; entre los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán en donde se encuentra ubicado el resguardo indígena La Victoria, de la etnia Piapoco y Achagua[1]. En el marco del proyecto "*Procesos bioculturales y salud ambiental: Agua y Aire alimentos vitales para la etnia Piapoco en el resguardo indígena La Victoria"* (desarrollado entre el periodo 2021-2022 en el resguardo "La Victoria" del municipio de Puerto López en el departamento del Meta – Colombia), se evidenció que el resguardo ha experimentado un agenciamiento cultural que se hace visible en la toma de decisiones de las etnias. Desde las prácticas occidentalizadas, se han asumido formas de condicionar la producción y los medios por los cuales las comunidades suplen sus necesidades básicas[2]. Lo anterior, a partir del uso de técnicas y tecnologías que distorsionan la percepción que se tiene de la naturaleza e incide en las elecciones sobre los planes de vida individuales y colectivos; producto de un cuestionamiento a propósito de su identidad[3], influyendo en estilos de vida, cosmovisiones, y saberes tradicionales y ancestrales. Dicho cuestionamiento ha llegado a generar dinámicas de repartición desigual de tierra y servicios, exclusión social, desarraigo e impactos ambientales[4].

Como resultado de las transiciones, las comunidades que integran el resguardo La Victoria (Piapoco y Achagua) han modificado su estilo de vida nómada hacia a uno sedentario. Previamente habitaban de manera nómada las regiones del Orinoquía y la Amazonía. El tránsito a lo sedentario comienza con la decisión de los líderes de 6 familias de las etnias de invadir una parte de la finca "La Victoria" en el municipio de Puerto López, Meta-Colombia. Esta determinación suponía apropiarse de un lugar seguro con agua y con bosque[5]. Con el tiempo, la propiedad sería reconocida por el Ministerio del Interior como territorio indígena y la comunidad concentraría su población allí. Sin embargo, la transición propicia una concepción y relacionamiento ambiguo y diferente con el territorio, los vecinos, los medios naturales y otras especies que los rodean.

Evidentemente, esta circunstancia ha incidido directamente en la existencia, organización y prácticas de gobernabilidad y gobernanza de las etnias, más aún cuando han vivido forzadamente situaciones de cambio a lo largo de 40 años y se ha enfrentado a procesos de tránsito debido a la violencia y el conflicto armado, cuestiones que se suman a la imposición de un sistema socioeconómico al que han tenido que adaptarse. Esta situación no solo ha cambiado las dinámicas de vida de la comunidad en términos de la cotidianidad, también ha incidido de forma directa en la cosmovisión y sentido que ésta le adjudica a la existencia y los elementos simbólicos de la comprensión colectiva de la realidad[6].

[1] La mayor representatividad de la comunidad indígena de "La Victoria" es de la etnia Piapoco por encima de la población Achagua. En el resguardo se hace visible, desde sus relatos de caracterización de población, el intercambio de culturas y saberes de sujetos de otras etnias, por ello hay un número menor de población Achagua. Sus idiomas corresponden a las etnias, Piapoco y Achagua; frente a la lengua, plantean similitudes lingüísticas, esto hace que su encuentro cultural no tenga mayores brechas comunicativas. Sus lenguas y costumbres son entonces establecidas como oficiales en el territorio; sin embargo, cuenta con representantes de otras etnias indígenas de la Orinoquia, los Cubeos y los Sikuani.

[2] Guattari, 2005.

[3] "¿Qué es la identidad? Es el sentido de pertenencia a una colectividad, a un sector social, a un grupo específico de referencia. Esta colectividad puede estar por lo general localizada geográficamente, pero no de manera necesaria (por ejemplo, los casos de refugiados, desplazados, emigrantes, etc.). Hay manifestaciones culturales que expresan con mayor intensidad que otras su sentido de identidad, hecho que las diferencias de otras actividades que son parte común de la vida cotidiana. Por ejemplo, manifestaciones como la fiesta, el ritual de las procesiones, la música, la danza" Molano, 2007, 73.

[4] Farrés Delgado; Matarán Ruiz, 2012.

[5] Gaitán, 2019.

[6] Cabildo indígena resguardo «La Victoria», 2021.

El relacionamiento con el territorio en las condiciones sedentarias ha reconfigurado la forma como se asume el vínculo con los elementos vivos: la tierra, el agua y el aire. Las nociones de estos elementos comienzan a enraizarse y distinguirse desde la concepción moderna y occidental, bajo un ejercicio de control y dominio. Estos elementos pasan a ser medios dispuestos para los seres humanos como efectivos en la implementación de modelos extractivitas: monocultivos, ganadería extensiva, porcicultura.

En el caso del agua se observa una condición singular. La concepción occidentalizada ha llevado a priorizar el relacionamiento con el recurso hídrico hacia labores de higiene y consumo, en detrimento y contravía a las concepciones simbólicas que habían tenido en el pasado. Si bien, esta comprensión ha sido reconocida y gradualmente aceptada por el resguardo, aún es confusa desde las reflexiones acerca de su cosmovisión, porque la relación con este elemento tiene un sentido espiritual aparte del concepto utilitarista del recurso.

La confusión refleja una serie de cuestionamientos acerca del proceso de potabilización, pues varios integrantes de la comunidad desconocen y desconfían de su funcionamiento. La desconfianza frente al agua potabilizada es producto de sus reflexiones acerca de la modificación de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua para disminuir su riesgo para la salud, ya que alteran "su sabor", haciendo que sus cualidades organolépticas modifiquen el gusto habitual del líquido, lo que hace el agua extraña para los integrantes del resguardo al estar fuera de su cotidianidad y costumbres alimentarias.

Estas concepciones sobre el sabor del agua se expresan en comentarios cotidianos, como:

> *"El agua tiene un* sabor, *sabe a algo y que no sepa ya es sospechoso"*[7].

Además, el previo contacto con sustancias químicas perjudiciales para la salud (que les han generado problemas en la piel, en el sistema digestivo y también en el sistema respiratorio[8]), desencadena que, a pesar de la necesidad de tratar el agua, la población no asuma la responsabilidad sanitaria y lo que acarrea en términos de la salud.

Aunque las propuestas de potabilización por medio del uso del acueducto se han dado para mejorar la calidad de vida y reducir las tasas de morbilidad y mortalidad de la comunidad en el marco de la salud pública[9], no se aplican ni se tienen en cuenta en la cotidianidad. El acueducto representa confusión y contradicción, y esto se comprende con mayor acierto por la transición de lo nómada a lo sedentario. Mientras el agua, en su condición natural de ciclo, fluye; el acueducto es una estructura rígida. El acueducto supone un sistema de arraigo al territorio en donde el flujo del agua se da en un espacio definido, pero que en la comunidad ha generado malas prácticas en relación con los usos y los procesos de potabilización; evidenciando la implementación del sistema como una labor inconclusa.

Ante las experiencias del resguardo indígena "La Victoria", se han propuesto alternativas que permitan tejer una relación distinta con el espacio-elemento. Esto se puede lograr por medio de la integración sujetos-elemento-territorio, lo cual permite considerar la necesidad del "recurso hídrico" para el desarrollo de la cotidianidad, anudado con un vínculo más allá del uso y la funcionalidad, y reconociendo el carácter socioambiental del recurso. Así, se proponen los acueductos comunitarios como un medio para descentralizar la noción y el uso del agua, definidos como entidades populares de sentido histórico, social, económico y ambiental, que a partir de la satisfacción de una necesidad vital son consagrados parte del patrimonio sociocultural de los territorios:

> "La cercanía geográfica con la fuente desde la cual se toma el agua genera relaciones particulares con el territorio, pues evidencia para los habitantes de una cuenca la clara relación entre bienestar y calidad ambiental. El consumo del recurso hídrico local tiene implicaciones directas sobre la forma de administrar el territorio"[10].

Así se reconoce que la construcción comunitaria supone vínculos proyectados hacia el bien común y los derechos fundamentales para el desarrollo de la vida desde lo comunitario y lo individual[11]. Se presenta el acueducto comunitario en respuesta a los sistemas convencionalmente impuestos y administrados por terceros, en donde solo se genera una interacción por medio de pago del servicio como es el caso de los acueductos

[7] Gaitán, 2019, 20.
[8] González Barbosa, González Casallas; Córdoba Guatavita, 2021.
[9] López Cualla, 2003.
[10] Cadavid Giraldo, 2009, 61.
[11] Correa C., 2006, 11. Cadavid Giraldo, 2009.

públicos donde el diseño, construcción y mantenimiento son ajenas a las comunidades. Estos diseños, no implican a los sujetos consumidores del recurso, y desencadenan rupturas con el elemento. Mientras que en la urbe recurso hídrico se presenta de forma lejana, dado que la población no tiene ninguna relación con el territorio de donde proviene el recurso[12], las etnias y sus cosmovisiones tienen un relacionamiento diferente.

Así pues, el presente artículo aborda la noción y el uso del agua como elemento vital en resguardo indígena "La Victoria" de las etnias Piapoco y Achagua a partir de la descripción de su transición de nómadas a sedentarios. Este abordaje reconoce las distintas relaciones que se establecen entre la comunidad, el espacio y los elementos; los cuales inciden en la articulación sociopolítica entre la ecología, el ambiente, las relaciones sociales y las subjetividades. Así mismo, el texto permitirá observar hacia la tradición occidental y ha influido en el uso y la noción del agua, generando procesos de desarticulación en términos de la comunidad y su arraigo simbólico, y centralización en el sentido de la productividad.

## Metodología

Para poder describir las prácticas y formas de relacionamiento de la comunidad con el agua, se hizo necesario que el acercamiento vinculara directamente a los integrantes del resguardo. A partir de la narrativa acerca de los modos "experimentar" el agua por parte de la comunidad fue posible comprender n su uso en términos funcionales, y los sentidos que esta adquiere y que ha tenido a lo largo del tiempo. Lo anterior fue posible por la Investigación Acción Participativa (IAP) permitió el carácter relacional, e involucro a los investigadores como a la población del resguardo.

La relación establecida previamente permitió el trabajo en el territorio. Así mismo, desde un primer vínculo de encuentro y confianza fue desarrollado el Consentimiento Libre Previo e Informado (CPLI) del resguardo indígena. Este consentimiento dio pauta inicial para reconocer la estructura del resguardo. La primera instancia institucional fue el Cabildo Indígena, compuesto por líderes del resguardo. Ellos dieron la aprobación y luego se socializó el proyecto y sus actividades para el desarrollo. Luego de ser escuchados, se aprobó en reunión popular.

Las herramientas tuvieron un carácter multidisciplinar y multiétnico, reconociendo los diferentes idiomas manejados dentro del resguardo y la forma de transmisión oral del conocimiento de estas etnias. Se realizaron observaciones participantes, levantamientos topográficos, cartografía social, encuestas, grupos focales y entrevistas (diseñadas y modificadas luego de la aplicación de pilotos en atención a las características de la comunidad y necesidades del tema estudiado). Los resultados son parte de los insumos para el desarrollo de la hipótesis planteada y argumentada en el presente artículo como reflexión de la solución propuesta entre la comunidad y las investigadoras a la problemática en torno al manejo del agua para consumo humano (sistema de abastecimiento de agua no potable) y la realidad de la comunidad en el territorio.

## Acerca de las etnias Piapoco y Achagua: lo nómada

La comunidad del resguardo indígena "La Victoria" actualmente está compuesta en su mayoría por las etnias Piapoco (hijos del bosque) y Achagua (hijos de los ríos), que siempre han estado de la mano. Según leyendas, estos pueblos tienen origen nómada, como lo reconocen en su Plan Integral de Vida (PIV):

> "(...) nuestro atuendo era el de la naturaleza; andábamos en wayuco[13] y éramos cazadores, pescadores, artesanos y recolectores ... andábamos en un habitad selvático, cerca de ríos, caños y lagunas(...)"[14].

Su configuración nómada reconocía a los sabedores ancestrales y su vínculo con el mundo espiritual (Figura 1), ya que ellos decidían los movimientos de toda la comunidad a las orillas de los cuerpos de agua; por el río Yarí al norte que desemboca al río Caquetá o por el río Vaupés, afluente del río Amazonas; o por el río Guaviare o el río Manacacías, que desemboca al río Meta, afluentes del río Orinoco[15]. Su cercanía al rio o al caño permite comprender la posibilidad de fluir en el espacio desde la literalidad del flujo del agua, como si este ampliará el territorio y las posibilidades de recorrerlo.

[12] Cadavid Giraldo, 2009.

[13] Taparrabo utilizado por algunas comunidades indígenas.
[14] Gaitán Gaitán, et al., 2019, 17.
[15] Gaitán Gaitán et al., 2019.

Figura 1. Sabedores, chamanes y médicos tradicionales en el resguardo indígena la Victoria

Fuente: M Gaitán: 2019.

Sin embargo, el flujo de las dos etnias comienza a transformase hace 40 años aproximadamente, pues inicia un periodo de tránsito de nómadas a sedentarios. Esto ha generado ambigüedades en la concepción y relacionamiento con los elementos naturales y las demás formas de vida del territorio. Dichas ambigüedades son producto de la de la transición, pero para comprenderla es necesario reconocer cuál es el estado de cosas que supone la vida nómada.

Lo nómada, desde la concepción de los filósofos Gilles Deleuze y Félix Guattari, hace referencia a la conformación de:

> "sociedades sin Estado, es decir, aquellas en las que no aparecen órganos de poder diferenciados"[16].

Este tipo de sociedades se configuran a partir de la construcción de un "cuerpo social", constituido desde vínculos entre los integrantes de la comunidad, el medio, y el tránsito constante en el que se desarrollan. Así mismo, ese cuerpo social que se constituye en el modo de vida nómada puede tomar múltiples formas, dado que el movimiento y la forma bajo la cual se ocupa el espacio no es homogénea, pues se compone sin estructurar un centro o fin plenamente definido.

El nómada no está "sujeto a..." pues su relación con el espacio es totalmente diferente, ya que no se establecen fundamentos para justificar la concentración de poder en órganos internos e inmóviles, ni la asignación de funciones de acuerdo con las características con las cuales se identifican los sujetos[17].

Evidentemente este modo de existencia pone en cuestión nuestra comprensión del mundo, propia de una tradición sedentaria y de corte universalista. Esta herencia proviene de la tradición europea, desde la cual formulamos la configuración de lo político y, por tanto, la forma de ocupar el espacio. En la medida que la posición tradicional es mayoritaria esta se confronta con lo nómada, dado que la vida nómada se convierte en un problema y cuestionamiento relacionado con la diferencia, como algo que no establece un lugar claro y actúa de forma aleatoria, conflictuando los conceptos, normas, y categorías homogeneizantes e integradoras de la tradición. En este escenario, el conflicto por la tierra supone el problema de la diferencia, la cual se ve expresada en las concepciones de espacio y desplazamiento, que suponen un antagonismo expresado en manera como se habita el territorio.

Para la comunidad el antagonismo con la tradición europea se presenta desde la llegada de los colonos[18] y la imposición de vallas (cercas) como una forma de distribuir y delimitar la tierra. Este proceso simbolizó la pérdida de la libre movilidad, así como la extensión de algunos vínculos con la naturaleza y con significados

[16] Deleuze; Guattari, 2010, 364.

[17] Deleuze; Guattari, 2010.

[18] A lo largo del texto se utiliza esta expresión haciendo referencia a quienes se apropian de la tierra en la cual circulaban las comunidades indígenas. Es la expresión que define a quienes cambiaron la relación de la comunidad con la tierra y que son ajenos en todo sentido a ella en los términos de las comunidades Piapoco y Achagua.

de las comunidades. La valla, por un lado, representa la concepción de un espacio privado que restringe la circulación y determina la propiedad (sedentario), generando un esquema de movimientos limitados dentro de aquello que conforma la pertenencia definida por el Estado. Los movimientos son regulados para responder a una función. Su movilidad:

> "(...) es limitada y a la vez limitante (...) es limitado en sus partes, a las que corresponden direcciones constantes, que están orientadas las unas respecto a las otras, divisibles por fronteras (...) y lo limitante (*limes* o muralla, y ya no frontera), es el conjunto respecto a los espacios lisos que "contiene", cuyo crecimiento frena o impide, y que restringe o deja afuera"[19].

En este sentido, aquello que circula bajo una comprensión diferente del espacio queda excluido. Sin embargo, la exclusión no hace que el nómada cese su movimiento. Por esto, desde la comunidad, en los procesos de delimitación de la tierra, la resistencia se generaba con la ruptura del alambre que fragmentaba el territorio, y la reclamación por parte de los integrantes de la comunidad de circular libremente por la tierra, como una condición inherente al nómada. Estas circunstancias desencadenaron olas de violencia dirigidas a los pueblos indígenas quienes en su momento fueron considerados una amenaza para el desarrollo del agro colombiano, quedando así cada vez más aislados. Esta condición sociopolítica hizo que la diseminación de las familias se diera en los departamentos del Guaviare, Guainía, Vichada, Arauca, Casanare y Meta. Así la comunidad fue relegada al lugar de la periferia en la medida que se alejan de la raíz común de aquello que se convirtió en tradición. Expresado en su PIV, como:

> "La llegada de gentes de todas partes del país buscando tierras nuevas [cuestión que] aumentó la presión territorial y por ende la desmembración de comunidades y culturas, que adoptaron como mecanismo de subsistencia la dispersión hacia la zona selvática o aislada..."[20].

En la medida en que las formas de circulación empiezan a reducirse, las posibilidades de la comunidad también. Esto no solo ocurre por la ausencia de los lugares que representan el vínculo sagrado, sino por el menosprecio que se genera hacia la diferencia por parte de aquellos que conforman el estado mayoritario. De hecho, como lo narra la comunidad, la esclavitud, matanza y expropiación de los territorios ancestrales bajo el amparo legislativo del Estado son circunstancias que recuerdan bien los ancianos de las familias de origen, quienes expresan que las violencias bipartidistas de los años cincuenta y gobiernos como el de Laureano Gómez, exacerbaron la pérdida de la cultura e infundieron miedo a las comunidades que pasaron de ser cazadoras, recolectoras y guerreras a agricultoras, desplazadas, esclavas o empleadas en territorios que un día fueron llanos, sin límite alguno[21].

## Tránsito de nómada a sedentario: Resguardo indígena "La Victoria"

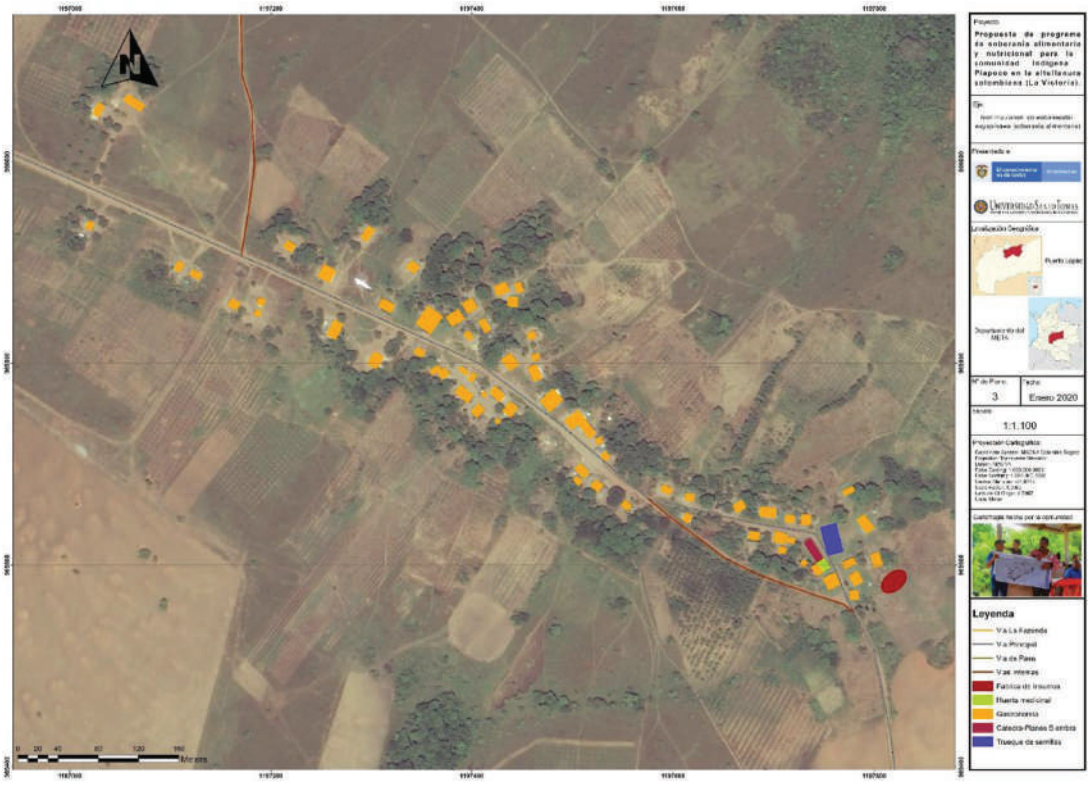
Bajo estas condiciones, los líderes cabezas de familia tomaron la decisión de establecerse en un área que les proporcionará soberanía territorial, y así una soberanía alimentaria y seguridad; cumplir este propósito no fue fácil. La búsqueda del terreno fue dándose por las circunstancias y desplazamientos de la población. El asentamiento se dio por primera vez en Carubare, a las orillas del río Meta (Chaviva, en Puerto López-Meta), límite natural entre los departamentos del Meta y Casanare, un territorio no reconocido por el Estado como propiedad indígena.

En este caso, los colonos aprovecharon sus circunstancias corriendo sus linderos y reduciendo cada vez más el espacio de la comunidad que decidió mudarse buscando la legitimación por parte del Estado. En un espacio distinto, a finales del siglo XX, los Piapoco y Achaguas reclamaron los territorios[22], pero esta petición fue denegada por condiciones del terreno que en ese momento se había modificado y tecnificado, incrementado su valor económico. En respuesta, las comunidades invadieron predios de la Asociación Agropecuaria Turpial LTD (La Victoria y el Turpial) (figura 2), que luego fueron expropiados a la asociación[23].

Dentro de las primeras medidas adoptadas por los miembros de la comunidad para asegurar su territorio estuvo la delimitación con vallas y alambres de púas. Para llevar a cabo el cerramiento las 11 familias

[19] Deleuze; Guattari, 2010, 386.
[20] Gaitán Gaitán et al., 2019, 18.
[21] Gaitán Gaitán, et al., 2019.
[22] Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA), fue fundado a partir de la ley 135 de 1961. Suprimido por el decreto presidencial 1292 de 2003.
[23] Gaitán Gaitán et al., 2019.

Figura 2. Ubicación geoespacial resguardo indígena "la Victoria"




Fuente: Córdoba, 2021.

solicitaron la ayuda al SENA[24] y el INCORA, que proporcionaron apoyo técnico y una línea de crédito para la adquisición de los materiales necesarios. Posteriormente las familias iniciaron el desarrollo de conucos[25] y buscaron el reconocimiento del territorio como resguardo, que se dio en 1983 bajo la resolución 852[26].

Las circunstancias tratadas en este apartado suponen dos factores que hacen evidente la transición hacia lo sedentario:

I. *El reconocimiento gubernamental.* Cuando los territorios son adjudicados por decreto, se genera una acción vinculante con la institucionalidad, cuestión que obliga a la comunidad a abandonar sus prácticas descentralizadas -nomadismo- para adoptar una forma jerárquica y reglamentada, centralizando el poder y la toma de decisiones -sedentarismo-.

II. *La delimitación del territorio por medio del "alambrado"*[27]. Cerrar el territorio ante un posible invasor representa la adhesión a un nuevo principio: el espacio que habita la comunidad está determinado, reglamentado y, por otro lado, la circulación es reducida, privada y restringida.

Puede decirse que ambos factores, la institucionalidad y la propiedad privada, inauguran la adhesión de la comunidad al estilo de vida sedentario, pues suponen un cambio radical en relación con las prácticas de poder y las formas de relacionarse con el territorio. Este cambio se puede evidenciar en las dinámicas productivas de la comunidad: mientras que el nómada trazaba los trayectos a partir del flujo de agua como elemento sagrado, en el territorio designado del sedentario los trayectos se vuelven muy concretos en relación con la organización de ese espacio limitado y su productividad.

Así, el territorio y su repartición entre los miembros está relacionada con su lugar en la comunidad: Entre mayor importancia tenga cierta familia mayor alcance y posibilidad tendrá en relación con los recursos.

[24] Servició Nacional de Aprendizaje (SENA), establecimiento público de orden nacional creado en 1957.
[25] Parcela de tierra que usan las comunidades indígenas para el establecimiento de cultivos semestrales como la yuca, generalmente administrados por cada familia. Generalmente establecidos en la mata de monte previamente quemada a distancias considerables del lugar que se habita.
[26] Gaitán Gaitán et al., 2019.
[27] La práctica del alambrado, encierro o delimitación de un terreno para determinarlo como propiedad privada.

Evidentemente esta nueva forma de relación y repartición afecta el entramado cultural, entendido como prácticas, tradiciones, saberes, y formas de producción que se habían consolidado desde un valor simbólico y que ahora, en lo sedentario, adquieren un valor en términos del poder productivo. Entonces, existe una relación evidente entre territorio y poder, a modo de reciprocidad[28], que implica tensiones en las dinámicas de la organización, distribución, y explotación, vinculando estos procesos al tejido social que se constituye en términos de los geográfico, y lo cultural.

El análisis de la transición de nómadas a sedentarios que viven las comunidades Piapoco y Achagua supone lo que Zeas define como "formas de territorialidad", que:

> "(...) integran sinérgicamente cinco dimensiones: "sociocultural, ecológica-territorial, física espacial, económica-productiva y política-administrativa"[29].

En este tipo de relaciones los sujetos y los colectivos generan conflictos, los cuales pueden producirse en el interior de la comunidad (endógenos) o hacia el exterior asociados con los vecinos y otros "no-indígenas" (exógenos).

La territorialidad expone las ambigüedades que la comunidad experimenta en el tránsito hacia lo sedentario, que a su vez se expresan entre lo externo e interno:

I. *Exógenas.* Se encuentran exigencias por parte de las instituciones del Estado que propenden por la búsqueda de seguridad o la adaptación al terreno desde comunidad. Estas exigencias limitan e institucionalizan las experiencias de la comunidad hacia la comprensión sociopolítica de la tradición occidental.
II. *Endógenas*. Así mismo, están las percepciones de diferentes familias, el incremento demográfico, el asentamiento de vecinos y su influencia sobre las costumbres alimentarias, productivas y relacionales. Estos factores han generado la segregación interna con el surgimiento de estatus socioeconómicos, jerarquización del poder y ambición de reproducir modelos de desarrollo basados en realidades ajenas a las de la comunidad[30].

Estas ambigüedades tienen consecuencias en otro tipo de relaciones, aquellas referidas a la comunidad y el ambiente, este último comprendido como *sujeto* en la cosmovisión Piapoco en cuanto a "seres espirituales" (Figura 3). En medio de estas tensiones se comprende que, directa e indirectamente, la comunidad ha generado impactos sobre el territorio que han afectado la concepción del ambiente como *sujeto.* Esta afectación los ha forzado a resignificar sus concepciones y formas de relacionamiento con la naturaleza. Sus prácticas vinculadas al medio ambiente han sido modificadas desde su estado sedentario, donde el territorio y el medio son recursos de explotación, como también sujetos vulnerables.

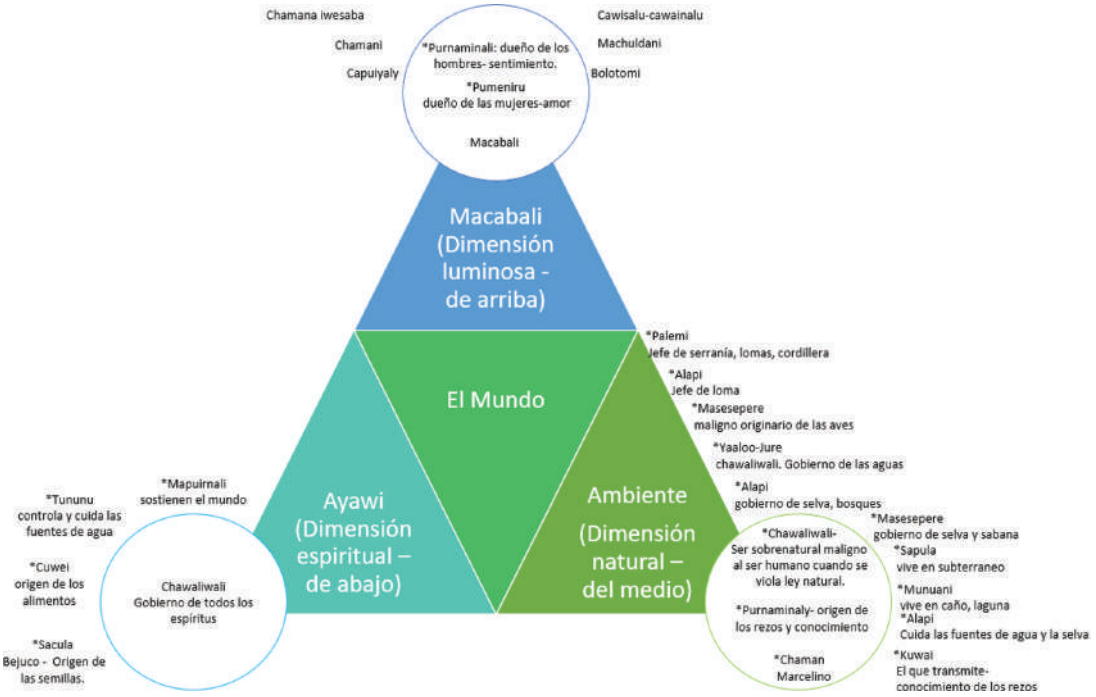
Así, la ambigüedad se acentúa en la particularidad del agua: el elemento natural como recurso y como sujeto vulnerable. Dicha vulnerabilidad se hace visible desde la contaminación del recurso. El caso de la contaminación de las principales fuentes hídricas de abastecimiento, por parte de la comunidad y vecinos productores, ha llevado a riesgos en la salud pública. A su vez, ese riesgo se hace visible las agendas[31], agencias[32] y agenciamientos[33] para la gobernabilidad y gobernanza que apuestan a la soberanía territorial, pues la posibilidad y responsabilidad de agenciarse va de la mano de las agendas, que desde sí mismos como cultura y como entidad organizada -Cabildo Indígena- proponen y articulan con las intervenciones del Estado, las iglesias católica y evangélica, que se encuentran como instituciones sociales en el territorio.

La contaminación aparece como una preocupación nueva. En el modo de vida sedentario el mal uso del recurso hídrico supone una transformación en las prácticas del cuidado de la salud y el bienestar. En este aspecto lo exógeno adquiere un papel relevante: la trasformación se plantea desde una perspectiva occidentalizada. A partir de la vinculación de la comunidad con instituciones externas como la iglesia católica y evangélica, el Estado, e instituciones de educación reglamentadas por el MEN[34], se comienzan a generar una serie de prácticas asistencialistas que tienden hacia el cumplimiento de indicadores sociales por parte de entidades como Alcaldía y Gobernación.

La influencia exógena se hace presente en las políticas internas del resguardo, como es el caso de la implementación de técnicas y tecnologías para la distribución

[28] Machado Araóz, 2015.
[29] Zeas Sacoto, 2004, 13.
[30] Córdoba Guatavita; Ospina Sogamoso, 2022.
[31] Hace referencia a documentos desarrollados como planes de vida, orientaciones sociales y políticas y planes territoriales.
[32] Las capacidades de gobernabilidad y gobernanza.
[33] Las acciones sociales y políticas hechas en el territorio y los agentes del resguardo.
[34] Ministerio de Educación Nacional.

Figura 3. Seres sobrenaturales cosmovisión Piapoco y Achagua; Estos seres habitan en las tres dimensiones del mundo según la cosmovisión de la comunidad en el resguardo indígena "la Victoria" y tienen funciones en cada una de esta que se relacionan con el estilo de vida de las comunidades




Fuente: El autor; 2022.

y potabilización del agua. Este tipo de prácticas aún no han sido apropiadas por los integrantes de la comunidad. Si bien hay evidencia de procesos de capacitación, hasta el momento no se ha generado un diálogo de saberes que conlleve a cambios estructurales de pensamiento, replanteando prácticas cotidianas en el manejo de los alimentos vitales: agua, aire, tierra. En otras palabras, la practica asistencial, y la implementación de tecnologías occidentales está presente, pero la transición hacia estas por parte de la comunidad no se ha dado, reiterando la dificultad de adaptación al modelo de vida sedentario.

La dificultad expresada excede el uso o la comprensión del sistema ajeno, ésta tiene origen en el sentido que adquiere el agua como "ser espiritual", es decir, como un elemento simbólico. Desde la cosmovisión Piapoco, la relación con la naturaleza trasciende el plano físico, su vínculo con la tierra y el agua, tiene una connotación distinta. El agua es usada en numerosos rituales para la curación del cuerpo y el alma, y dentro de las prácticas ancestrales de esta comunidad, el agua es "rezada" para el consumo, lo que implica un proceso de "purificación" para que no sea dañina para la salud. Como lo expresan en su PIV, cuando eran nómadas estas prácticas rituales se realizaban en lugares específicos donde los ancianos, con los conocimientos y la sabiduría necesaria, generaban vínculos con lugares y seres espirituales.

En la existencia nómada de la comunidad, el agua estaba en constante flujo al igual que la comunidad, y las nociones de propiedad o delimitación de la tierra no existían, tampoco podía considerarse que el agua que se estancara o quedara reposada. Ya en el proceso de sedentarización, cuando se presenta la privatización de la tierra, la delimitación y parcelación del terreno, muchos de los sitios ancestrales vinculados al agua y reconocidos desde la cosmovisión de la comunidad, les fueron prohibidos al encontrarse dentro de un predio de carácter privado[35].

Reconociendo esta circunstancia se puede afirmar que el vínculo con el agua queda roto; creando un dilema en relación con sentido del "ser espiritual". Anudado a lo anterior, cuando la comunidad se asienta en el resguardo establece otro tipo de interacción, pues mantiene una relación con este elemento, pero no cuenta con los lugares tradicionalmente sagrados, y sus dinámicas entorno a la funcionalidad no se terminan de concretar: la percepción del acueducto como agente extraño para la "purificación".

[35] Gaitán Gaitán et al., 2019.

La comunidad ha generado procesos de resignificación con la intención de resolver la dificultad expuesta. El modo de vida sedentario llevó a que los líderes determinarán como sagrados los lugares que sus ascendentes eligieron dentro del espacio privado –cuestión que representa una ambigüedad en relación con su modo de vida anterior-. Estos espacios están dentro de los límites del resguardo: Punto Ceiba, Laguna Brava, el Cementerio y Marciana[36]. Los cuatro escenarios son de especial importancia y tratamiento, ya que allí habitan seres sobrenaturales que forman parte de la cosmovisión de la comunidad, que hacen parte del mundo, el cual está compuesto por tres dimensiones: el de abajo (ayawi - espiritual), el natural (ambiente) y el de arriba (macabali - costelaciones - luminosa) (Figura 3).

Así, se pretende mantener la compresión de los lugares sagrados dentro de un espacio limitado y reconocerlos de forma singular en contraposición a la tradición occidental. Es por ello por lo que aún se mantiene en los relatos de los integrantes del resguardo, comprensiones del agua como "Vida", "Un espíritu" y "Una madre"[37].

Sin embargo, fuera de los lugares sagrados, la concepción y el relacionamiento con el agua tiende a "fusionar" las nociones anteriores con la tendencia occidental percibir al recurso desde el uso, transacción, y comercio; de carácter transaccional en relación con el servicio público que presta el sistema de distribución de agua, como si fuese un elemento que solo tiene lugar funcional, como afirman otros integrantes del resguardo:

> "Algo que puso Dios en el ambiente para la vida", "Un líquido para beber y usar en las actividades diarias", y finalmente "Un elemento químico" siendo esta última reconocida por un porcentaje muy bajo de la población en su mayoría joven que ha tenido acceso a educación pública"[38].

De lo anterior, se comprende la transición de lo nómada a lo sedentario: El agua deja de ser un elemento vital y pasa a ser un recurso de explotación y uso. El ser sagrado (Tununu), el que controla y cuida las fuentes de agua- sigue presente, como un "espíritu" que se reduce y controla en tuberías para convertirse en el recurso que garantiza el abastecimiento para el consumo. Reaparece así la tensión entre la cosmovisión Piapoco y los indicadores estatales, como el acceso continuo al agua segura, derecho fundamental que garantiza el estado en atención a compromisos internacionales adquiridos, desconociendo el vínculo cosmovisión-agua.

Esta situación representa un punto de inflexión[39], un cambio en relación con el sentido que la comunidad ha dado a lo largo de su existencia a elementos vitales como el agua. Este cambio está dado por las condiciones de vida que les han exigido asentarse en un territorio: no es lo mismo percibir el líquido vital cuando constantemente se tiene experiencia de diversas fuentes hídricas, ni tampoco el manejo de las cuestiones sanitarias en la medida que hay una rotación continua del territorio que se habita, en contraste con la regulación y control desde un acueducto.

## Punto de inflexión en la relación con el Agua: IER[40] "Yaaliakeysi" y la batería sanitaria.

La ambigüedad que hemos expuesto hasta ahora toma forma en la construcción de la sede primaria de la institución educativa "Yaaliakeysi" por varias razones. Por un lado, la institución reconoce las directrices de MEN, manteniendo su horizonte educativo desde los parámetros tradicionales, cuestión que no profundizaremos porque excede la intención de este artículo, pero que, de una u otra manera conlleva a la interiorización de estructuras occidentalizadas por parte de la comunidad. Por otro lado, la construcción de la escuela integró la edificación de una batería sanitaria con abastecimiento de fuente subterránea que se planeó para el uso privativo de la escuela. Esta batería evidencia una nueva manera de percibir el recurso hídrico: el agua ya no está en el rio que fluye, sino que reposa en un tanque para ser usado.

En otras palabras, la institucionalidad determina una relación fijada en el espacio: la institución educativa como la concreción de conductas y conocimiento culturales, que trae consigo la "batería sanitaria" (baños públicos) como técnica y tecnología que brinda un recurso. La diferencia es el uso occidental del agua: agua-residuo orgánico humano.

[36] Gaitán Gaitán, et al., 2019.
[37] González Barbosa; González Casallas; Córdoba Gutavita, 2021.
[38] González Barbosa; González Casallas; Córdoba Gutavita, 2021, 10.
[39] Punto de inflexión es un término matemático usado para indicar las variaciones pronunciadas que se evidencian en indicadores evaluados, claramente evidentes en la graficación de las estas. También es considerado como un objeto organizador del tránsito, al indicar modificaciones en el comportamiento del escenario estudiado. Castañeda Alonso, 2013.
[40] Institución Educativa Rural.

Figura 4. Tanque elevado resguardo indígena la Victoria. Foto tomada con drone desde arriba, este se encuentra junto a la sede primaria de la institución educativa "Yaaliakeysi" en el resguardo "La Victoria"

Fuente: Duque Tauta; 2022.

En la media que los pobladores hacen uso de la batería sanitaría, se hace más complejo mantener la relación con el agua desde la perspectiva simbólica, pues ya no tienen la necesidad del ir al río o la laguna o el moriche. Esto genera una centralidad del recurso y reduce los vínculos establecidos con estos lugares sagrados, que se vuelven menos representativos porque son menos frecuentados. De hecho, la batería representa una disrupción con la comprensión del "Ser Sagrado", pues no se tiene por costumbre "*cagar el agua*"[41]. Desde la perspectiva occidental se ha normalizado el uso de la batería sanitaria y se considera higiénico y salubre, pero para la comunidad supone ensuciar, mancillar un sujeto sagrado. La costumbre para los Piapoco y Achagua ha sido "Hacer sus necesidades en la mata de monte"[42], cuestión para ellos no tiene ningún tabú e impacto sobre su salud, ya que se realiza lejos de las viviendas y en muchas ocasiones se entierra[43].

Además, surgen otras problemáticas como la contaminación del caño la Emita (aledaño a la comunidad) y, por otro lado, el uso desmedido de los recursos debido a la facilidad de abastecimiento que genera el pozo subterráneo de la escuela por su cercanía a la zona poblada, que hace que los líderes del Cabildo utilicen la estructura construida para la escuela (pozo profundo, bomba hidráulica subterránea y tanque elevado) como tecnología para el abastecimiento de toda la comunidad (Figura 4). Así la limitación y centralización del agua afecta el relacionamiento y concepción del elemento vital en las nuevas generaciones, quienes interactúan en la mayor parte de la vida cotidiana con el agua procedente de una tubería (Figura 5).

En este sentido, la determinación del espacio va más allá de cuestiones territoriales. El pensamiento y la configuración de rutinas e ideales de vida permea directamente en la identidad y también están presentes en la organización de la comunidad en términos sociales, culturales y políticos. Así, ser sedentario supone una subordinación dentro de categorías de comprensión de lo que puede ser razonable, definible y asignable. Esta noción, brevemente reseñada, implica concebir a la comunidad desde principios que coartan sus acciones bajo un orden específico que ellos no han establecido y que aún les resulta ajeno, pero que asumen como "funcional". Esa funcionalidad radica en la comprensión del buen vivir que, en medio de la relación con instituciones occidentales, se asocia al concepto de saneamiento básico y abastecimiento de agua potable que responde a la comprensión privada y estática: como lo reconocen desde su PIV en el eje "salud".

[41] Gaitán, 2019, 2.
[42] Gaitán, 2019, 2.
[43] Gaitán, 2019.

Figura 5. Manguera de abastecimiento; Forma de llegada de agua en la mayoría de los domicilios del resguardo indígena la Victoria

Fuente: González Casallas; 2021.

En este contexto, los capitanes del resguardo[44] han incentivado la búsqueda de recursos para la construcción de un sistema de acueducto que sea suficiente para suplir una necesidad que aún no se comprende con claridad dentro de la comunidad. Por medio de alianzas con el Estado (representado por Alcaldía y Gobernación), ONGs, diferentes Iglesias cristianas y algunas Instituciones Educativas de carácter técnico y superior, se han designado recursos de inversión social y parte de regalías al desarrollo de proyectos en el territorio étnico legalmente constituido. Estas alianzas buscan la construcción de una red de distribución articulada al sistema de captación del que se abastece la comunidad; realizado algunas modificaciones en cuanto al diámetro y profundidad del pozo y la capacidad de la bomba hidráulica sumergible, pero se mantienen las dimensiones del tanque elevado al cumplir con la capacidad para las dinámicas de crecimiento de la comunidad, discriminando el tiempo de vida útil y el estado de la estructura. Esta situación ha generado sentimientos encontrados dentro de los líderes y la comunidad del resguardo, al contar con una red de distribución, pero estar en riesgo por el mal estado de la estructura de almacenamiento. Sin embargo, aprovechan la llegada del agua a sus viviendas por medio de tuberías (Figura 5).

## Concepción del agua y alternativas de relación para el uso en el resguardo: *Nómada in situ*

La indeterminación del acueducto (por construirse con dinero del Estado, gestionado y destinado a la comunidad indígena) ha generado conflictos en relación con las responsabilidades de mantenimiento y administración del sistema. La indeterminación y el conflicto surgen en la medida que el sistema no es apropiado a propósito de las realidades, administraciones y necesidades de todas las personas del resguardo.

El sistema que maneja el recurso hídrico está diseñado y construido por una tradición ajena, lo que provoca que las prácticas de los integrantes de la comunidad no coincidan con las finalidades y funciones generadas por el saber y aspiraciones provenientes de la tradición occidental. Esto genera una contracción desde la construcción de estos sistemas, que se realizaron sin considerar las realidades de la comunidad y su etapa de tránsito. Así, se convierte el agua en un dispositivo de poder, como otro factor que cataliza las ambigüedades

[44] Capitanes: figuras de poder y autoridad dentro del esquema de gobernanza de los cabildos indígenas como entidades atípicas que cumplen funciones previstas en la Constitución y leyes colombiana (art. 246 C.P), acogida por el reconocimiento de los territorios ante el estado bajo la figura de resguardos indígenas.

de la comunidad en su concepción y relacionamiento con el elemento.

La cuestión pasa de ser un problema que tiene como núcleo el control del agua. El crecimiento poblacional, la construcción de nuevas viviendas, la necesidad de la acometida de agua en los domicilios y la calidad ineficiente del suministro aunado al inadecuado proceso de apropiación del sistema hace visible la responsabilidad de quienes diseñan y construyen los sistemas como de quienes administran y mantienen la estructura en relación con la cosmovisión y el contexto de la comunidad.

En términos sociales, el acceso al agua es un determinante para la estratificación dentro del resguardo por estar directamente relacionado con la capacidad de suministro e higiene. Esto se hace visible en el caso de las personas que no cuentan con el servicio de agua todos los días (las personas de la periferia), quienes son considerados de clase social baja y, por el contrario, se evidencia que las familias próximas al sistema de captación son consideradas de clase alta. En este sentido se acentúa el conflicto de la relación servicio-cosmovisión, por la influencia que genera en la mediación de los integrantes de la comunidad.

Ante la problemática social que implica la salud pública desde la mirada institucional, la Alcaldía del municipio de Puerto López, propone a los líderes, como alternativa la privatización del sistema de acueducto en cuanto se construya el sistema de potabilización, es decir, que este pasaría a ser administrado por una empresa ajena a la comunidad, lo que transformaría aún más el vínculo con el agua e incrementaría los costos de acceso al agua en el domicilio. Esto podría acarrear v consecuencias que exceden la satisfacción de las necesidades básicas e inciden directamente en la configuración de la comunidad:

I. La privatización del sistema rompería el vínculo espiritual con el elemento vital de la cosmovisión, apropiando de manera tajante la concepción del agua como recurso.
II. Los problemas relacionados con la jerarquización con respecto al acceso al servicio serían mucho más profundos. En efecto, el sistema permitirá que el fluido llegue a toda la comunidad, pero la condición económica de sus habitantes no garantiza la posibilidad de pago por un servicio privado. Actualmente, se mantienen algunas tradiciones con la tierra, la siembra de conuco, la elaboración del casabe, entre otras, pero no hay ingresos económicos equitativos y equilibrados.

Se comprende así que lo sedentario no solo hace referencia a un espacio limitado y limitante, sino también a la regulación del movimiento en términos de los usos, las posibilidades de acceso y la jerarquización de los lugares que se habitan. La posibilidad de acceder al agua ya sea por medio de la bomba hidráulica de la escuela o el acueducto administrado por una entidad privada, inmoviliza e invisibiliza a quien no puede o no quiere aceptar las condiciones de este sistema. De este modo, los sentidos y significados ajenos a lo funcional o la circulación "sin permiso" por el espacio van desapareciendo tras la adopción de un estilo de vida occidental. Sin embargo, como se ha expresado a lo largo de este texto, esa inmovilidad constantemente está en tensión con prácticas y concepciones del mundo que no corresponden a la adaptación que se le exige a la comunidad; pero que, en medio de su ambigüedad, pueden ocasionar el detrimento del buen vivir.

Así, se hace evidente una multiplicidad de elementos que componen la experiencia de la comunidad actualmente, en relación con la forma como se "experimenta" lo sedentario y los resquicios de la vida nómada. Por un lado, hay una exigencia progresista a propósito de los medios y las formas de producción, así como la configuración de un estilo de vida occidentalizado, mientras que, por otro lado, prevalecen significados asociados con el territorio que suponen una diferencia evidente en el lenguaje y los discursos de los integrantes de la comunidad. Cabe resaltar que dicha heterogeneidad no es radical, de hecho, son las prácticas de la comunidad las que circulan en medio de ambas, tejiéndolas entre sí.

La comunidad está inmersa en las prácticas modernas y occidentalizadas que se relacionan con otro tipo de experiencias y significados que son relativamente nuevos en su historia, pero ignorar esta condición sería invisibilizar las circunstancias de los sujetos que hoy en día integran la comunidad, pues esto ya hace parte de su experiencia actual. De hecho, se asume que su integración al Estado, en términos de representatividad, es totalmente comprensible, pues la población reconoce la necesidad salir de la incertidumbre y poder concretar certezas en relación con su economía y el cumplimiento de sus derechos[45]. Dicha incertidumbre está presente en la demarcación de la comunidad en relación con las prácticas nómadas es una evidencia de ello, dado que el conflicto colombiano, y la falta de garantías para la circulación en el espacio obligó a la comunidad a asentarse y buscar:

[45] Chaparro Amaya, 2020.

> "(...) la posibilidad de incorporarse al presente de la historia (...) como el mínimo técnico e institucional que los estados latinoamericanos necesitan para entrar en el «algo» que ya no se puede llamar modernidad pero que implica básicamente salir de la pobreza, el analfabetismo, la impunidad, la corrupción, el «subdesarrollo» técnico y tecnológico, y la desigualdad"[46].

Desde este punto de vista, *surge la problemática de abordar lo nómada bajo otras condiciones, en donde ya el Estado es operante y hay una serie de condiciones innegables en la comunidad.* Ante esta circunstancia aparece la noción de *nómada in situ* que, desde las acciones y la movilidad dentro del territorio que se ha llamado resguardo, la comunidad puede articular el sentido que ha preservado a lo largo del tiempo en relación con la naturaleza, y, en particular, al recurso hídrico. Esta forma de circulación manifiesta un proceso que problematiza la identidad, refiriéndose a lo dado o los principios constituyentes que el sujeto ha tomado gracias a la determinación del Estado.

Dicho proceso no es pasar de una determinación a otra; su finalidad radica en la capacidad de abandonar las identificaciones estáticas para posibilitar nuevas formas de dar sentido y relación, cuestión que puede asociarse directamente con lo nómada, pues:

> "el nómada sabe esperar (...). Inmovilidad y velocidad, catatonia y precipitación, "proceso estacionario", la pausa como proceso. (...) la velocidad puede ser muy lenta, o incluso inmóvil, sin embargo, sigue siendo velocidad"[47].

Así como el sedentario no necesariamente está inmóvil, la relación entre el espacio y el nómada está mediada más por la velocidad que por el movimiento. En este sentido, las condiciones del *nómada de in-situ* reconfiguran la comprensión del espacio y la relación dinámica con éste; en donde el movimiento no supone una ruptura radical con el espacio que se habita, ni un abandono del territorio:

> "El desplazamiento se considera como una trasformación; este no necesariamente responde a un cambio de lugar corporal, sino a la forma como el sujeto concibe el entorno y la relación que establece desde la consideración de fuerzas que exceden la función asignada o asignable"[48]

Se podría decir que el nómade situ asume una espacialidad singular. Su caracterización no pretende una idealización de la vida nómada anterior, ni la resignación ante la determinación de lo sedentario. La figura que surge se encuentra "entre" ambas, no pertenece a ninguna de los dos, dado que sus relaciones no se comportan de la misma manera que el nómada ni responden a las categorizaciones del Estado.

Una práctica que podría abrir un espacio para ese *nómada in-situ* es la implementación de un sistema de acueducto comunitario y su manejo orientado desde las etnias que integran el resguardo. En esta posibilidad, el diseño y la construcción de las soluciones se presenta como un proceso descentralizado, que supone una nueva espacialización desde el relacionamiento con el agua y su concepción por medio del tejido colectivo entre la ecología, el ambiente, las relaciones sociales y la particularidad de la comunidad, alcanzando una articulación ético-política como propone Guattari desde la "ecosofía"[49], sin imposición y hegemonía cultural de los saberes o la producción de jerarquías al interior de la comunidad basadas en la propiedad y la repartición de poderes; por ser sistemas diseñados, construidos y administrados desde la ecología y las cosmovisiones de las comunidades en sus territorios. Lo anterior, descentralizaría la concepción impositiva y occidentalizada del manejo productivo del agua como recurso.

Los acueductos comunitarios han sido considerados a través de la historia como mecanismos complejos que desarrollan las comunidades entorno a la necesidad del acceso al agua; siendo de gran importancia, por su carácter popular y la articulación de aspectos complejos de las relaciones humanas con el ambiente en el que habitan. Por esta razón, autores como Correa los consideran:

> "estructuras complejas en el sentido histórico, social, económico e institucional público"[50].

Dichas estructuras representan las diferentes transiciones, concepciones y relacionamientos particulares de las comunidades con el agua en los territorios[51].

En este contexto, los acueductos comunitarios no obedecen a un esquema particular de las unidades que conforman el sistema total; aumentando el relacionamiento de las diferentes técnicas desarrolladas para

[46] Chaparro Amaya, 2020, 28.
[47] Deleuze; Guattari, 2010, 385.
[48] Hernández Pinzón, 2019, 159.
[49] Guattari, 2005.
[50] Correa C., 2006, 11.
[51] Correa C., 2006. Cadavid Giraldo, 2009.

este fin con los modelos sociales y particularidades ambientales del territorio, por adaptarse a los diferentes materiales, dinámicas ambientales y disponibilidad de recursos en el espacio. Esta circunstancia permite la articulación de técnicas y tecnologías ancestrales o campesinas al diseño, construcción y mantenimiento de cada una de las unidades que expresan y recrean los sistemas culturales de las comunidades, para garantizar el acceso equitativo al agua segura[52].

En este panorama, las intervenciones de los territorios alteran las dinámicas de las comunidades que los habitan. En medio de esa intervención la descentralización de los relacionamientos y la concepción de la naturaleza y su biodiversidad generan una posibilidad para la comunidad de dar un sentido a los elementos vitales que circulan en el espacio, reconociendo las relaciones que aparecen con elementos ajenos a ellas y las referencias que vienen de su pasado. Lo anterior no solo es importante en relación a la pregunta por la identidad y la definición de lo que puede significar vivir bien, sino también como una forma de cuestionar la imposición hegemónica de una dinámica en atención a su productividad, que puede relacionarse con la pérdida de la cultura, técnicas y prácticas ancestrales de las comunidades campesinas, indígenas y urbanas; capaces de satisfacer sus necesidades básicas y emergentes desde la transformación consciente y consensuada de sus estilos de vida.

## Conclusiones

En cuanto a la comunidad del resguardo indígena "La Victoria", por encontrarse en un periodo de tránsito de nómadas a sedentarios, son innegables los efectos ocasionados por la interacción y adaptación a nuevas formas de vida. Estos efectos se hacen visibles en su cultura, su ecosistema y su esquema sociopolítico y, la mayoría de ellos, corresponden a la intervención del Estado, las instituciones religiosas y las educativas. También es relevante resaltar que esta situación muestra una particular influencia en el uso y la concepción del agua como recurso al ser el sistema de acueducto un derecho adquirido a partir del reconocimiento del Estado.

Asimismo, se resalta el interés de la comunidad reflejado dentro de los planes de vida del resguardo indígena "la Victoria" en el eje de "salud" para el manejo y la gestión del saneamiento básico y agua potable. Este proceso deja de estar desarticulado y propende por motivaciones comunes desde el plan integral de vida, acompañado de investigaciones interdisciplinarias y prácticas transdisciplinarias, en donde el reconocimiento y la escucha de las partes inicia la formación del tejido epistémico que se requiere para suprimir las dinámicas de instrumentalización del recurso hídrico y el ejercicio de poder al interior de la comunidad. Este interés, puede confrontar la pérdida de la relación espiritual que estas etnias presentan con respecto al vínculo que establecen con el agua; cuestión que debe acompañarse desde la reflexión acerca su lugar en el espacio y como esta está mediada por el líquido vital, pues ya no son los ríos por los que fluían y en donde vivían; ahora el agua transita por tuberías.

Asimismo, la configuración de este tipo de sistemas supone asumir que en la caracterización de la comunidad hay una serie de condiciones singulares que marcan la particularidad de sus relaciones al interior de ella y con los agentes externos. Entre las condiciones se puede resaltar:

I. Dentro de la comunidad hay aspectos que para cada integrante se comprenden de acuerdo con su horizonte de experiencias individual, en donde las caracterizaciones de la vida cotidiana y los valores de la comunidad se determinarán en correspondencia a sus circunstancias personales: No es igual la comprensión de la modernidad ni del tiempo que tiene una mujer, un anciano, un niño o un hombre dentro del resguardo.
II. Configuración simbólica desde la colectividad: El tránsito o la "sedimentación" de cuestiones que suponen la duración de una práctica o experiencia entra en juego con el sentido que tiene la comunidad en relación con los elementos que se articulan en sus prácticas: No es lo mismo vincular a un proceso productivo un elemento ritual, como el agua, a un elemento desacralizado que solo se concibe para el consumo.
III. Transformación del territorio: La forma como se interactúa con/en el espacio dependerá de la configuración simbólica, el sentido y el uso que se dé al espacio y a los elementos que circundan en él.

Esto hace parte de las transiciones tecnológicas, pero implica la resignificación y nueva simbolización de los elementos que componen a la comunidad. Se

[52] Correa C., 2006.

propone el reconocimiento de los acueductos comunitarios en atención a la naturaleza indefinida del sistema de la comunidad, como alternativa para mitigar los impactos negativos del diseño, construcción y manejo inadecuado de la tecnología; directamente relacionado con la ausencia de un proceso de apropiación en la comunidad. La privatización se convierte en un factor preocupación, ya que desde este modelo se desconoce el enfoque social y las diversas formas de concepción y relacionamiento con el agua, que aún conservan algunas comunidades indígenas y campesinas.

De acuerdo con lo anterior, el lugar de los acueductos comunitarios está vinculado con la concepción del *nómade in-situ;* la posibilidad de una transición que no niegue las cualidades y formas de las comunidades, como se reconoce en comunidades periféricas de ciudades y asentamientos rurales que han cambiado su relación con los acueductos como un instrumento ecosófico dentro de las transiciones y ambigüedades, con menores impactos sobre el ecosistema intervenido, al considerar las dinámicas de la naturaleza y la demás especies que necesitan este medio para subsistir.

## Referencias bibliográficas

Cabildo indígena resguardo «La Victoria». 2021: Censo. privado.

Cadavid Giraldo, N. 2009: *Acueductos comunitarios: patrimonio social y ambiental del Valle de Aburrà*. Universidad Nacional de Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/28458

Chaparro Amaya, A. 2020: *Modernidades periféricas: archivos para la historia conceptual de América Latina.* Herder, Barcelona.

Castañeda Alonso, A. 2013: *Un acercamiento a la construcción social del conocimiento: Estudio de la evolución didáctica del punto de inflexión.* Centro de Investigación en Ciencia, Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN. http://www.repositoriodigital.ipn.mx//handle/123456789/11638

Córdoba Guatavita, A. 2021: *Plano 3: Soberanía alimentaria de la comunidad indígena Piapoco.* https://repository.usta.edu.co/handle/11634/34393

Córdoba Guatavita, A. y Ospina Sogamoso, J. 2022*:* Geoprospectiva, herramienta para la formulación de un modelo de inteligencia territorial (soberanía alimentaria y el desarrollo sostenible): Experiencia de construcción participativa en el resguardo indígena La Victoria de la Etnia Piapoco. *Análisis,* 54(100), https://doi.org/10.15332/21459169.6941

Correa C, H. 2006: Acueductos comunitarios, patrimonio público y movimientos sociales. *Notas y preguntas hacia una caracterización social y política.* https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2010/10/6172acueductos_comunitarios.pdf

Deleuze, G. y Guattari, F. 2010: *Mil Mesetas.* Pretextos.

Duque Tauta, J. 2022: *Tanque elevado resguardo indígena la Victoria* [Digital].

Farrés Delgado, Y. y Matarán Ruiz, A. 2012: Colonialidad de territorial: Para analisar Foucault no quadro da desterritorialização da metrópole. Notas desde Havana. *Tabula rasa,* (16), 139-159. http://www.scielo.org.co/pdf/tara/n16/n16a09.pdf

Gaitán, L. 2019: Historia de vida: Comunidad indígena Piapoco «La Victoria». [Oral].

Gaitán Gaitán, M., Gaitán Carbete, F., Cumaribe Carbete, F. y Gaitán Gaitán, M. Jr. 2019: Plan integral de Vida Resguardo indígena La Victoria. PNUD, (67), 17-23. Privado.

González Barbosa, G., González Casallas, C. y Córdoba Guatavita, A. 2021: *Encuesta de Salud Ambiental*—Resguardo Indígena «La Victoria» (Privada).

González Casallas, C. 2021: *Manguera de abastecimiento* [Digital].

Guattari, F. 2005: *Las tres ecologías.* Pre-Textos.

Hernández Pinzón, A. 2019: Configuración de la subjetividad nómade. *Eidos*, (31), 143-173. http://dx.doi.org/10.14482/eidos.31.4532

López Cualla, R. 2003: *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (2.a ed.). Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Machado Araóz, H. 2015: El territorio moderno y la geografía (colonial) del capital. Una arqueología mínima. *Memoria y Sociedad* 19, n.° 39: 174-191. https://doi.org/10.11144/Javeriana.mys19-39.tmgc

Molano, O. 2007: Identidad Cultural: Un Concepto que Evoluciona. *Revista opera*, 7, 69-84. https://doi.org/10.24197/trp.31.2018

Zeas Sacoto, P. 2004: Territorialidad y gobernabilidad indígenas. Capitalización de la filosofía y práctica de la planificación, gestión y gobernabilidad de las Nacionalidades y Pueblos del Ecuador. CODENPE.

Miscelánea

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# Suficiencia de agua en Hidalgo, México: una visión desde el enfoque del Derecho Humano al Agua

## *Water sufficiency in Hidalgo, Mexico: a vision from the Human Right to Water*

**Edith Miriam García Salazar**
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C.
Unidad Regional Hidalgo
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México
edith.garcia@ciad.mx
ORCID: 0000-0003-2832-8422

**Hugo Nathanael Lara Figueroa**
Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
Ecatepec de Morelos, Estado de México, México
hugolara@tese.edu.mx
ORCID: 0000-0003-1141-0147

**Información del artículo**
**Recibido:** 02/01/2023
**Revisado:** 09/07/2023
**Aceptado:** 23/10/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.7688

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMEN**

El Estado de Hidalgo tiene la mayor cantidad de puntos de descarga de aguas residuales para fines agrícolas y, en combinación con la gradual contaminación de ríos y arroyos derivado de la escasa regulación en este rubro, podría convertirse en una entidad que incremente el número de hogares sin abastecimiento suficiente de agua. El objetivo de este trabajo fue cuantificar los niveles de asequibilidad que garantizan el Derecho Humano al Agua (DHA) en los hogares del Estado, para lo cual se estimaron proporciones de dotación de agua que arriba a los hogares, la calidad y el gasto, utilizando datos institucionales —nacionales, estatales y municipales—, incluidos los emitidos por organismos operadores de agua. Se encontró que existe vulnerabilidad del DHA en los hogares al destinar más del 3 % de sus ingresos a su adquisición. Finalmente, se recomiendan estrategias y líneas de acción en materia de política pública local, para minimizar esta problemática.

**PALABRAS CLAVE:** Asequibilidad, Derecho Humano al Agua, Política Pública, Acceso, Disponibilidad.

**ABSTRACT**

The state of Hidalgo has the largest number of wastewater discharge points for agricultural purposes and, in combination with the gradual contamination of rivers and streams due to the scarce regulation in this area, it could become an entity that increases the number of households without sufficient water supply. The objective of this work/paper was to quantify the affordability levels that guarantee the Human Right to Water (HRW) in the households by estimating proportions of water supply reaching households, quality and expenditure, using institutional data —national, state and municipal—, including those issued by water operators. It is concluded that households are vulnerable to HWR because they spend more than 3 % of their income on its acquisition. Finally, strategies and lines of action in terms of local public policy are recommended to minimize this problem.

**KEYWORDS:** Affordability, Human Right to Water, Public Policy, Access, Availability, Accessibility.

## *Suficiência de água em Hidalgo, México: Uma visão a partir de uma abordagem do direito humano à agua*

**RESUMO**

O estado de Hidalgo tem o maior número de pontos de descarga de águas residuais para fins agrícolas e, em combinação com a poluição gradual dos rios e riachos devido à má regulamentação nesta área, poderia se tornar uma entidade que aumenta o número de residências sem abastecimento de água suficiente. O objetivo era quantificar os níveis de acessibilidade econômica que garantem o direito humano à água nos domicílios do estado, estimando as proporções de abastecimento de água que atingem os domicílios, qualidade e gastos, usando dados institucionais - nacionais, estaduais e municipais - incluindo aqueles emitidos pelos operadores de água. Concluiu-se que as famílias são vulneráveis ao direito humano à água, pois gastam mais de 3% de sua renda em sua aquisição. Finalmente, são recomendadas estratégias e linhas de ação em termos de políticas governamentais locais para minimizar esse problema.

**PALAVRAS-CHAVE**: Acessibilidade Econômica, Direito Humano à Água, Política Governamental, Acesso, Disponibilidade.

## *La suffisance de l'eau à Hidalgo, Mexique: une vue de l'approche du droit humain à l'eau*

**RÉSUMÉ**

L'État d'Hidalgo compte le plus grand nombre de points de rejet d'eaux usées à des fins agricoles. Combiné à la pollution progressive des rivières et des cours d'eau due à une mauvaise réglementation dans ce domaine, il pourrait devenir une entité qui augmente le nombre de ménages ne disposant pas d'un approvisionnement suffisant en eau. L'objectif était de quantifier les niveaux d'accessibilité qui garantissent le droit humain à l'eau dans les ménages de l'État, en estimant les proportions de l'approvisionnement en eau atteignant les ménages, la qualité et les dépenses, en utilisant les données institutionnelles - nationales, étatiques et municipales - y compris celles émises par les opérateurs d'eau Il est conclu que les ménages sont vulnérables à ce droit, car ils consacrent plus de 3 % de leurs revenus à son acquisition. Des stratégies et des lignes d'action en termes de politique publique locale sont recommandées afin de minimiser ce problème.

**MOTS CLÉ:** Accessibilité Financière, Droit Humain à l'Eau, Politique Publique, Accès, Disponibilité.

## *La sufficienza idrica a Hidalgo, in Messico: una visioné dal punto di vista del diritto umano all'acqua*

**SOMMARIO**

Lo Stato di Hidalgo ha il più alto numeri di punti di scarico di acque reflue per scopi agricoli e, in combinazione con il graduale inquinamento di fiumi e torrenti dovuto alla scarsa regolamentazione del settore, potrebbe diventare un'entità che aumenta il numero di famiglie senza un sufficiente approvvigionamento idrico. L'obiettivo è stato quello di quantificare i livelli di accessibilità economica che garantiscono il diritto umano all'acqua nelle famiglie dello Stato, stimando le proporzioni di fornitura d'acqua che raggiungono le famiglie, la qualità e la spesa, utilizzando i dati istituzionali - nazionali, statali e comunali - compresi quelli rilasciati dagli operatori idrici. Si conclude che le famiglie sono vulnerabili al diritto umano all'acqua per che spendono più del 3 % del loro reddito per il suo acquisto. Infine, si raccomandano strategie e linee d'azione in termini di politiche pubbliche locali per ridurre al minimo questo problema.

**PAROLE CHIAVE:** Accessibilità Economica, Diritto Umano all'Acqua, Politiche Pubbliche, Accesso, Disponibilità.

## Introducción

El desarrollo económico y social de los países y las regiones se encuentra fuertemente vinculado al cumplimiento y protección de un conjunto de derechos humanos relacionados intrínsecamente con la salud y el agua[1], los cuales se pueden apreciar en la Agenda 21 (Programa 21) y la Agenda 2030, dentro de las cuales el objetivo principal es promover prácticas sostenibles para abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos a nivel local, nacional y global que incluyen el fin de la pobreza y el hambre, la promoción de la salud, la educación de calidad, la igualdad de género, el acceso a agua limpia y saneamiento, el trabajo decente, la acción climática y la conservación de los ecosistemas, entre otros, para mejorar la calidad de vida de la población[2]. Para el caso del acceso al agua, este se ha erigido como un objetivo primordial tanto a nivel nacional como internacional, siendo que se encuentra inserto en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (en adelante ODS) como el objetivo seis —agua y saneamiento— de la Agenda 2030[3], el cual tras la pandemia de Covid-19 tomó aún más relevancia. Sin embargo, su cumplimiento se ha visto obstaculizado por una serie de factores vinculados a aspectos tales como: condiciones climáticas, infraestructura, canales adecuados de distribución y suministro, escasez de recursos materiales e inmateriales, mecanismos de tratamiento para utilización y reutilización hídrica, crecimiento poblacional, urbanización, tecnología, aspectos culturales, aunado al incremento en la descarga de aguas residuales sin tratamiento en recursos hídricos superficiales (ríos, arroyos, lagos) y subterráneos, así como a la inadecuada disponibilidad de excretas y alcantarillado que han contaminado el agua potable[4], reduciendo la disponibilidad y calidad de agua para consumo humano.

Derivado de lo anterior, la Organización de las Naciones Unidas (en adelante ONU) realizó diversos esfuerzos para articular un conjunto de acciones y estrategias que permitan a las naciones incorporar el reconocimiento formal del Derecho Humano al Agua y al saneamiento a sus ordenamientos jurídicos y, por ende, al diseño de políticas públicas. Si bien esta problemática ha afectado principalmente a localidades rurales, en años recientes se documentó en el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023 que las zonas urbanas cuentan con una demanda hídrica insatisfecha, la cual ha sido atribuible a un uso irracional, inequidad en la distribución, crecimiento y expansión de la mancha urbana, así como por la contaminación de dicho recurso, al punto de que en aquellos hogares donde se cuenta con este bien, existan niveles ineficientes e insuficientes en términos de los estándares mínimos de calidad establecidos por diversos organismos internacionales[5].

Al respecto, la Organización Mundial de la Salud (en adelante OMS) menciona que aproximadamente tres de cada diez personas carecen de acceso al agua potable y disponible en el hogar, y seis de cada diez carecen de saneamiento en el mundo[6]. La carencia de estos servicios básicos en la vivienda ha traído consigo repercusiones en la salud de la población derivadas de la aparición de enfermedades diversas ocasionadas por el consumo de agua contaminada con patógenos o componentes químicos, consecuencia del mal manejo de las aguas residuales que conllevan a una baja calidad de vida[7], en términos económicos y de salud. Por lo que uno de los hitos más importantes al respecto se refiere al reconocimiento de la ONU, en el año 2010 y plasmado en la Resolución aprobada por la Asamblea General el 28 de julio de 2010, del acceso al agua potable y saneamiento como un derecho humano[8].

El gobierno mexicano, por su parte, ha asumido un fuerte compromiso por garantizar el ejercicio y cumplimiento de los derechos sociales y humanos fundamentales y, por ende, del desarrollo nacional y regional de toda la población. Entre los principales avances al respecto destaca que la Comisión Nacional del Agua (en adelante CONAGUA) reportó en 2014 un abastecimiento de agua potable y alcantarillado de 92,4 % y 91 % respectivamente en los hogares, así como un crecimiento en la cobertura de servicios sanitarios en los ámbitos rural y urbano[9], con lo cual se daban por cumplidos dos indicadores establecidos en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)[10], ambos relacionados con la reducción

[1] ACNUDH, ONU-HABITAT y OMS, 2011. Rosaneli *et al*., 2021.
[2] ONU, 2000 y 2018.
[3] ONU, 2018.
[4] WWAP, 2017.
[5] UNESCO, 2023.
[6] OMS y UNICEF, 2017.
[7] WHO y UNICEF, 2021.
[8] ONU, 2010.
[9] CONAGUA, 2015.
[10] Fue una serie de ocho objetivos globales establecidos por la ONU en el año 2000, con el propósito de abordar desafíos sociales, económicos y ambientales para mejorar las condiciones de vida en todo el mundo, cuyo plazo de cumplimiento fue en el año 2015. Es en el objetivo 7 —Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente—, meta 10 en donde se especificaba "Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento" (OMS, 19 de febrero de 2018).

del porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento. Sin embargo, y a pesar de estos logros, los resultados fueron objeto de observaciones tanto por la OMS, la ONU, así como por el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (en adelante UNICEF), particularmente por el hecho de que la medición se realizó considerando únicamente la accesibilidad física (infraestructura), dejando como contraparte la suficiencia y continuidad de este recurso, razón por la cual actualmente se desconoce en nuestro país el grado de cumplimiento del DHA[11].

Con respecto a lo anterior, el presente estudio es una investigación de carácter descriptivo que cuantifica, a partir de los criterios emitidos por la OMS, la asequibilidad de agua a partir del grado de suficiencia existente y, en su caso, los niveles de gasto de bolsillo que realizan los hogares del Estado de Hidalgo para la obtención de agua. Para tales fines, fue tomado como referencia el enfoque del DHA. Cabe destacar que en el Estado el 50,8 % de la población se encuentra en pobreza (8,1 % extrema y 42,6 % moderada), mientras que la cobertura de agua es del 96,1 % y de alcantarillado del 95,1 %[12]. Si bien con esto último podría considerarse que la entidad cuenta con una cobertura "aceptable", lo cierto es que esto no garantiza su cumplimiento en términos de disponibilidad, calidad y asequibilidad del agua, de acuerdo con las recomendaciones de la OMS y la ONU.

Las razones que justifican el análisis de suficiencia en Hidalgo radican en el hecho de que es una de las entidades que cuenta con una de las mayores cantidades de puntos de descarga de aguas residuales para fines agrícolas (458)[13] —ocupa el tercer lugar a nivel nacional, después del Estado de México (629) y Jalisco (459)—, aunado a que desde hace más de 100 años recibe el agua residual generada en la Zona Metropolitana del Valle de México (en adelante ZMVM), que en su mayoría es utilizada sin tratamiento por el sector agrícola en la región del Valle del Mezquital y que compromete la calidad del agua superficial y subterránea, con lo cual, y en combinación con la gradual contaminación de ríos y arroyos derivada de la escasa regulación en este rubro, el Estado podría convertirse en una de las principales entidades que incrementen el número de hogares sin abastecimiento suficiente provocando como contraparte la violación a uno de los principales criterios para garantizar el DHA: la asequibilidad.

Bajo esta perspectiva, la investigación tiene la siguiente estructura. En el primer apartado se describen y explican los referentes conceptuales en torno al DHA desde la perspectiva de la ONU y sus antecedentes para el caso de México. En el segundo, se analiza la disponibilidad del agua de manera general y con mayor detalle para el caso de Hidalgo. En la tercera, se presentan las estimaciones para cuantificar la disponibilidad del agua por persona para cada municipio del Estado y su correspondencia con el DHA en términos de asequibilidad. Finalmente, con la identificación y cuantificación de hogares sin suficiencia de agua se presentan posibles estrategias y líneas de acción en materia de política pública local para minimizar la problemática del agua.

## Derecho Humano al Agua: recomendaciones

El agua es un recurso natural necesario para el desarrollo social, ambiental y económico de la sociedad y de los ecosistemas. Sin embargo, la agudización de su escasez es debida a los incrementos en el consumo, la mala disposición, la contaminación y la falta de tratamiento del agua residual; esto derivado de las crecientes dinámicas poblacionales y de las actividades económicas[14], por lo que es necesario generar instrumentos que analicen el cumplimiento del DHA en la cantidad y asequibilidad necesarias para el bienestar social y la reproducción de los ecosistemas, más allá de solo cuantificar la infraestructura hidráulica.

La ONU, en el año 2010, reconoció el acceso al agua potable y saneamiento como un derecho humano. Por su parte, la OMS recomienda un promedio mínimo de entre 50 a 100 litros de agua diarios por persona para garantizar que se cubran las necesidades más básicas y, por consiguiente, una disminución en problemas relacionados con la salud. No obstante, destaca que estas cantidades principalmente dependen del contexto del lugar, grupo de población, así como de las condiciones climáticas. Las normas internacionales de derechos humanos comprenden obligaciones específicas en relación con el acceso al agua potable, de forma que:

> "Esas obligaciones exigen a los Estados que garanticen a todas las personas el acceso a una cantidad suficiente de agua potable para el uso personal y doméstico, que comprende el consumo, el saneamiento, el lavado de ropa, la preparación de alimentos y la higiene personal y

[11] ONU, 2017.
[12] CONAGUA, 2021a.
[13] INEGI, 2019.
[14] ONU, 2020.

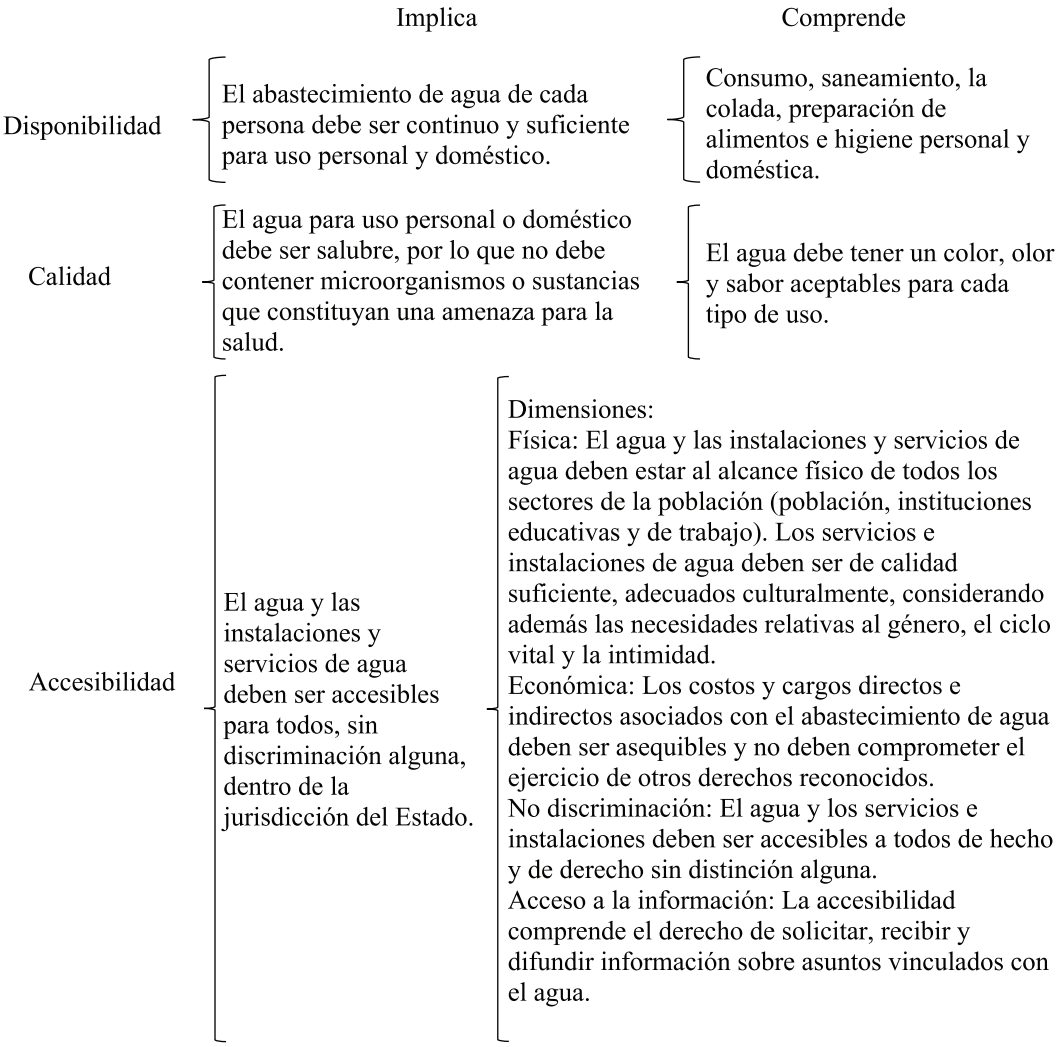
doméstica. También les exigen que aseguren progresivamente el acceso a servicios de saneamiento adecuados, como elemento fundamental de la dignidad humana y la vida privada, pero también que protejan la calidad de los suministros y los recursos de agua potable"[15].

En este sentido, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, en el año 2002, adoptó la Observación General n.° 15 sobre el derecho humano al agua, el cual se define como:

"el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico. Un abastecimiento adecuado de agua salubre es necesario para evitar la muerte por deshidratación, para reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con el agua y para satisfacer las necesidades de consumo y cocina y las necesidades de higiene personal y doméstica"[16].

Por su parte, y en el artículo I.1 se estableció que "el derecho humano al agua es indispensable para una vida humana digna". También se define en el artículo II.10 que el derecho al agua incluye como mínimo los criterios de suficiencia, salubridad, aceptabilidad, accesibilidad y asequibilidad[17]. Debido a que los niveles de adecuación para el suministro aceptable al agua pueden variar en función de múltiples factores, la Observación General n.° 15 determinó tres criterios de unificación: disponibilidad, calidad y accesibilidad (Figura 1).

Figura 1. Criterios de unificación del Derecho Humano al Agua




Fuente: elaboración propia con información de ONU y CDESC (2003, 5-7) y Anglés Hernández (2016, 29-31).

[15] ACNUDH, ONU-HABITAT y OMS, 2011, 3.

[16] ONU y CDESC, 2003, 2.
[17] ONU y CDESC, 2003.

Es así que, con la promulgación de la Resolución 64/292 del 28 de julio de 2010, se oficializó el reconocimiento al DHA como esencial para el pleno disfrute de la vida, asociado al mayor nivel de salud física-mental y dignidad humana. Con respecto a los niveles mínimos aceptables de agua, en el Folleto n.° 35, Derecho al Agua de la ONU, se recomendó la cantidad necesaria para satisfacer los requerimientos humanos, concluyendo que el acceso a 20-25 litros por persona al día, representa el mínimo indispensable. No obstante, y al no haberse contemplado aspectos relacionados a cuestiones sanitarias, de higiene y consumo, se determinó un mínimo de 50 litros, mientras que el óptimo se estableció en un rango de entre los 100 y 200 litros por per cápita al día[18].

A través de los ODM, en la meta siete, así como en el ODS, objetivo seis, se estimuló a la comunidad internacional y gobiernos a realizar esfuerzos para satisfacer las necesidades humanas con respecto al agua. Cabe destacar que, de acuerdo con la OMS, se precisa que la fuente de agua no debe encontrarse a más de 1.000 metros de distancia de los hogares, y que el acopio de agua no exceda más de 30 minutos[19]. Por su parte, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el Informe de Desarrollo Humano 2006 sugiere que el costo del agua no debe superar el 3 % del ingreso familiar[20]. Con base en estos lineamientos se espera que los gobiernos puedan garantizar el DHA en calidad y cantidad.

## DHA en México y su medición

En México el DHA se incorporó a su marco normativo a través de la reforma a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el Título Primero, Capítulo I de los Derechos Humanos y sus Garantías[21]. Así, al artículo 4.° se adicionó el párrafo siguiente:

> "Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sostenible de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines"[22].

La CONAGUA, como un órgano descentralizado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), es la encargada de gestionar el agua en México, a través de instrumentos que regulan el recurso, como es la Ley de Aguas Nacionales[23] y sus reglamentos. Además, el Artículo 115 Constitucional, fracción III, inciso a, delega a los municipios las funciones y servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales[24]. Por consiguiente, es menester de los municipios garantizar el acceso al agua a la población.

En el caso mexicano, el cumplimiento del DHA se ha hecho según la disponibilidad del servicio de agua potable entubada. De acuerdo con datos de la CONAGUA, la cobertura nacional de agua en la vivienda o predio es de 96,1 % (98 % urbana y 89,1 % rural) y de servicio de alcantarillado de 95,2 %[25]. No obstante, la ONU reporta que:

> "Esos niveles de cobertura muestran que los proveedores de servicios son capaces de promover efectivamente la aplicación de los derechos al agua y el saneamiento. No obstante, es esencial destacar que esas cifras, por impresionantes que sean, no reflejan más que la existencia de algún tipo de cobertura infraestructural, no el alcance real del acceso al agua y el saneamiento en los hogares de las personas, que es considerablemente inferior"[26].

Además, menciona que "México afronta numerosos desafíos para garantizar el Derecho Humano al Agua potable y el saneamiento a toda su población, ya que buena parte de esta reside en zonas urbanas periféricas y comunidades rurales muy dispersas en todo el país"[27].

Una de las recomendaciones del PNUD que recaen dentro del DHA es que el costo de esta no debe superar 3 % de los ingresos de las familias, cifra que en México llega a alcanzar entre 5 y 10 % de gasto total (incluye saneamiento y alcantarillado) al incluir gastos por consumo de agua embotellada para complementar el agua

[18] ACNUDH, ONU-HABITAT y OMS, 2011, 9. ONU y CDESC, 2003. Gleick, 1996.
[19] ACNUDH, ONU-HABITAT y OMS, 2011, 11.
[20] PNUD, 2006.
[21] Capítulo que cambió de denominación mediante Decreto publicado en el DOF el 10 de junio de 2011 (https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5194486&fecha=10/06/2011#gsc.tab=0).
[22] DOF, 8 de febrero de 2012, art. 4.
[23] DOF, 11 de mayo de 2022.
[24] CNDH, 2014.
[25] CONAGUA, 2021a.
[26] ONU, 2017, p. 7.
[27] ONU, 2017, p. 3.

que arriba a sus hogares, hecho que ha puesto a nuestro país como el principal consumidor de agua embotellada en el mundo[28]. Si bien existen muchos factores que han sido documentados para explicar los elevados niveles de gasto en el país por concepto de agua no disponible dentro de la vivienda, se puede destacar el hecho de que esta es escasa (no llega a todos los hogares en la cantidad y calidad necesaria para su consumo las 24 horas al día por 365 días), pero también a la desconfianza en su calidad cuando arriba a los hogares por el grifo —en parte por los hechos históricos del sismo de 1985 y la epidemia de cólera en 1991—. A fin de determinar los niveles de accesibilidad en términos de asequibilidad de agua en los hogares del Estado de Hidalgo, en la siguiente sección se analiza y mide empíricamente la suficiencia de esta, tomando como referencia el enfoque del DHA, la disponibilidad y acceso de agua y los factores básicos recomendados por la ONU para garantizar este derecho.

## Materiales y métodos

Se analizaron diferentes bases de datos institucionales a nivel nacional y municipal para estimar la asequibilidad y disponibilidad del agua en los hogares del Estado de Hidalgo. En el caso de la disponibilidad de agua, se realizó el análisis a partir de datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA)[29], a través del cual se extrajo el volumen de agua concesionada para uso doméstico y público urbano de los 84 municipios que conforman el Estado, lo anterior con la finalidad de estimar la disponibilidad de litros diarios de agua por habitante a nivel municipal, por lo que,

$$DA_{mh} = \frac{VACd_{mi} + VACpu_{mi}}{PT_{mi}}$$

Donde,

$DA_{mh}$ =Disponibilidad de agua por habitante por municipio

$VACd_{mi}$ = Volumen de agua concesionada para uso doméstico por municipio

$VACpu_{mi}$ = Volumen de agua concesionada para uso público urbano por municipio

$PT_{mi}$= Población total por municipio

*Si* $DA_{mh} \geq 50$ litros diarios por persona se cumple con el criterio de disponibilidad mínima del DHA, pero si la $DA_{mh} < 50$ se vulnera este criterio.

*Si* $DA_{mh} \geq 100$ litros diarios por persona se cumple con el criterio de disponibilidad óptima del DHA.

En el caso del criterio de asequibilidad, se estimó el gasto estimado en agua en los hogares por municipio del Estado; se extrajo información del Periódico Oficial del Estado de Hidalgo, principalmente de la Ley de ingresos, cuotas y tarifas municipales 2022 que involucra del decreto número 55 al 170[30]. A partir de ello, se identificó la tarifa de agua, alcantarillo y saneamiento que pagan los hogares en cada municipio. Cabe destacar que para el caso de los municipios que gestiona la Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales (CAASIM), los datos se obtuvieron de la página oficial del organismo[31]. En cuanto al dato del gasto promedio en agua embotella que gastan los mexicanos, este se obtuvo del Módulo de Hogares y Medio Ambiente (MOHOMA) 2017, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) dentro del cual se estima que el gasto promedio semanal de agua embotellada en los hogares mexicanos es de 51,74 pesos mexicanos, cabe destacar que este dato se deflactó teniendo como base el año 2018, para un periodo de 10 años, para contrastar el cambio con respecto al salario mínimo y, de esta manera, estimar el monto que de ingreso familiar se destina al pago de agua.

Por su parte, y con relación al ingreso familiar, este se determinó con respecto al salario mínimo, el cual se obtuvo de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CONASAMI), teniendo como año base el 2018. Dado que, de acuerdo con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 los hogares en Hidalgo están compuestos por un promedio de 3,7 miembros, se consideró que dentro de los hogares puede haber como mínimo de uno a dos salarios mínimos de ingresos en el hogar. Con dichas acotaciones, el gasto promedio en agua de los hogares en cada municipio del Estado se estimó para el caso de uno y dos salarios mínimos, y se determinó de la siguiente manera:

$$GPAH_{mh} = TSA_{mh} + GPAemb$$

Donde,

$GPAH_{mh}$ = Gasto promedio de agua en los hogares por municipio

[28] Pacheco Vega, 2015.
[29] Órgano de la CONAGUA, en el que se inscriben los títulos de concesión, asignación y permisos a que se refiere la Ley de Aguas Nacionales.
[30] Datos en https://periodico.hidalgo.gob.mx/?page_id=79162
[31] Datos en http://caasim.hidalgo.gob.mx/pag/tarifas.html

$TSA_{mh}$ = Tarifa del servicio de agua en los hogares por municipio

GPAemb = Gasto promedio en agua embotellada en los hogares

*Si* $GPAH_{mi}$ > 3 % de 1 salario mínimo (ingreso familiar) se vulnera el criterio de asequibilidad del DHA, pero si es < 3 % se cumple con el criterio.

*Si* $GPAH_{mi}$ > 3 % de 2 salarios mínimos (ingreso familiar) se vulnera el criterio de asequibilidad del DHA, pero si es < 3 % se cumple con el criterio.

En el caso del criterio de calidad, se analizaron datos del Sistema Nacional de Información del Agua (SINA) de la CONAGUA, correspondientes a los indicadores de calidad de agua superficial y subterránea[32], en el cual se identificaron los principales puntos de descargas de aguas residuales que inciden en la calidad de las fuentes de abastecimiento de agua para los hogares en el Estado de Hidalgo aunado a la implicaciones derivadas de ser el mayor receptor de aguas residuales sin tratamiento provenientes de la ZMVM, que incide en la calidad del agua tanto superficial como subterránea.

Por último, se plantea la siguiente hipótesis: la disponibilidad del servicio de agua potable en los hogares del Estado de Hidalgo es un parámetro que mide la accesibilidad física del agua para cubrir al 100 % el acceso al agua y saneamiento de la población, pero no garantiza el DHA debido a que solo incorpora la infraestructura hídrica pero no la calidad, cantidad y asequibilidad del agua.

## El agua y sus características principales en Hidalgo

El Estado de Hidalgo tiene una población de 3.083.841 habitantes, distribuidos en 84 municipios, de la cual el 50,8 % está en situación de pobreza (42,6 % en pobreza moderada y 8,1 % en pobreza extrema)[33]. El grado de marginación es alto (0,66), ocupando el noveno lugar a nivel nacional. De acuerdo con datos del PNUD en Hidalgo, los índices de salud (0,832), educación (0,643) e ingreso (0,674), lo sitúan con un índice de desarrollo humano de 0,711, ocupando el lugar 24 a nivel nacional[34] (Mapa 1). De la población total en la entidad, 11,8 % es indígena (habla por lo menos una lengua indígena) y de la cual 7,86 % no habla español. Al desagregar la información por municipio se encuentra que esta se concentra en siete (46,6 %) de los 84 municipios que conforman el Estado: 26,1 % no habla español y se localizan en los municipios de Xochiatipan y Yahualica[35], municipios que tienen la menor cobertura de agua en el Estado.

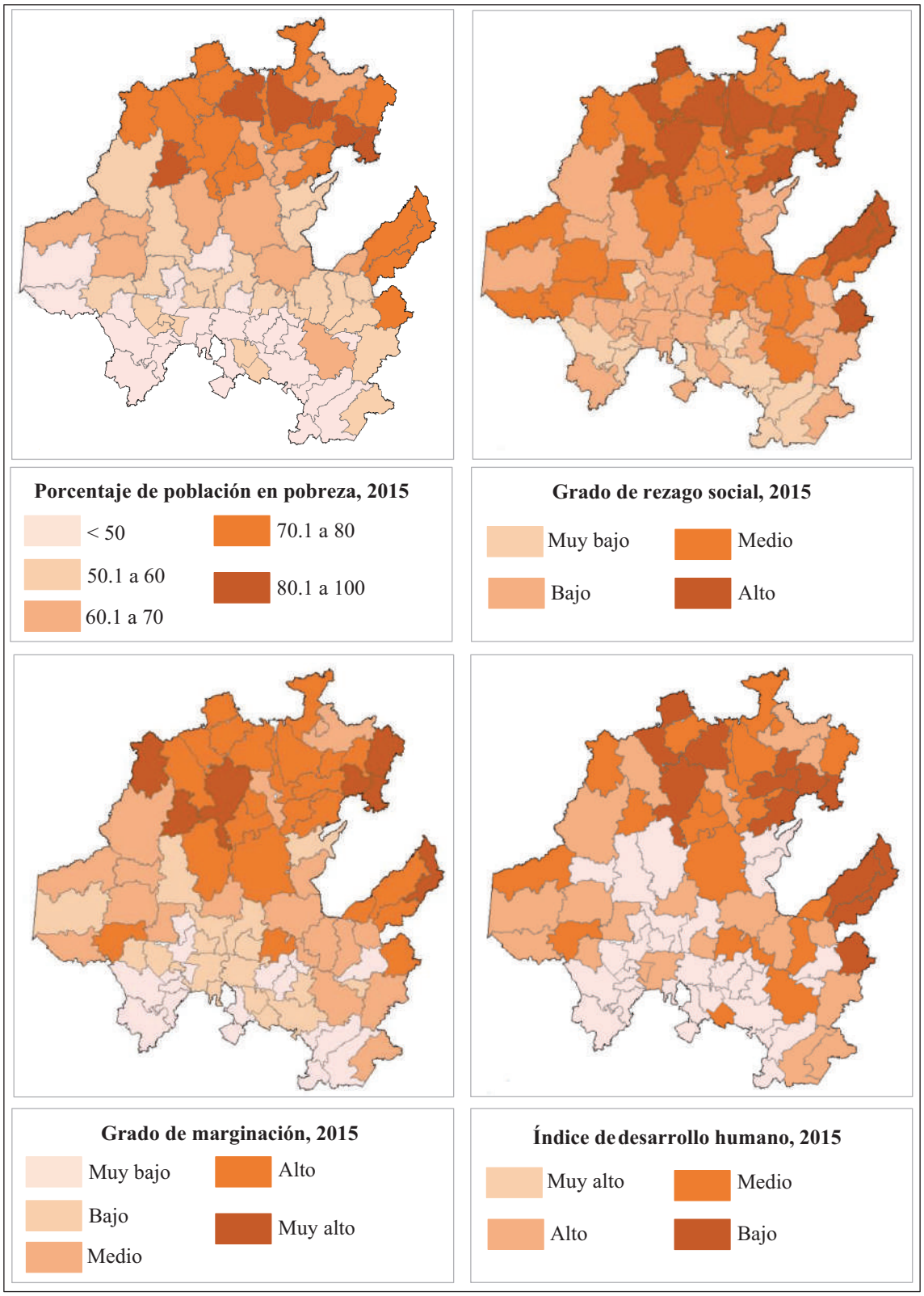
Un aspecto fundamental con respecto al agua en Hidalgo es la estrecha relación del uso de agua residual sin tratamiento en la agricultura, principalmente en la región del Valle de Mezquital, el cual permitió el desarrollo de esta actividad, pero con consecuencias ambientales y en la salud de la población, ya que desde hace más de 100 recibe este tipo agua de la ZMVM, y derivado de que el suelo sirve como filtro natural y con el tiempo se ha encontrado evidencia de contaminación de acuíferos que son fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano[36].

Al respecto del acceso y disponibilidad de agua, los municipios del Estado se distribuyen en tres regiones hidrológico-administrativas (Mapa 2): la IX Golfo Norte (40 municipios), X Golfo Centro (cinco municipios) y la XIII que corresponde a aguas del Valle de México (39 municipios). Adicionalmente, el Estado cuenta con 39 organismos municipales e intermunicipales operadores de agua, más las organizaciones comunitarias del agua, siendo la Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado la que se encarga de coordinar las actividades de uso, aprovechamiento y extracción del agua entre los municipios y el Gobierno estatal y de este con Gobierno federal.

En cuanto a la disponibilidad de aguas subterráneas y superficiales, las primera sdesempeñan un papel de suma importancia en el país ya que funcionan como presas de almacenamiento y red de distribución, lo que permite extraer agua en cualquier época del año, además de que fungen como filtros purificadores naturales que permiten mantener la calidad del agua. Derivado de la gran importancia que tiene, en los últimos años se ha observado un crecimiento constante de sobreexplotación de estas fuentes de abastecimiento, de los 635 acuíferos que existen en México 105 fueron declarados explotados por la CONAGUA, es decir, la extracción es mayor que la recarga, comprometiendo la disponibilidad de agua para consumo humano, así como para la actividades agropecuarias e industriales[37]. En Hidalgo, de los 21 acuíferos que existen tres se encuentran sobreexplotados (Huichapan-Tecozautla, Tepejí del Río, Valle de Tulancingo) aunado al de Cuautitlán-Pachuca,

[32] Datos en https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua
[33] INEGI, 2020. CONEVAL, 2020.
[34] PNUD, 2014.
[35] CDI, 2015. INEGI, 2020
[36] Vázquez Salvador *et al.*, 2020.
[37] CONAGUA, 2018.

Mapa 1. Principales indicadores sociodemográficos por municipio en Hidalgo



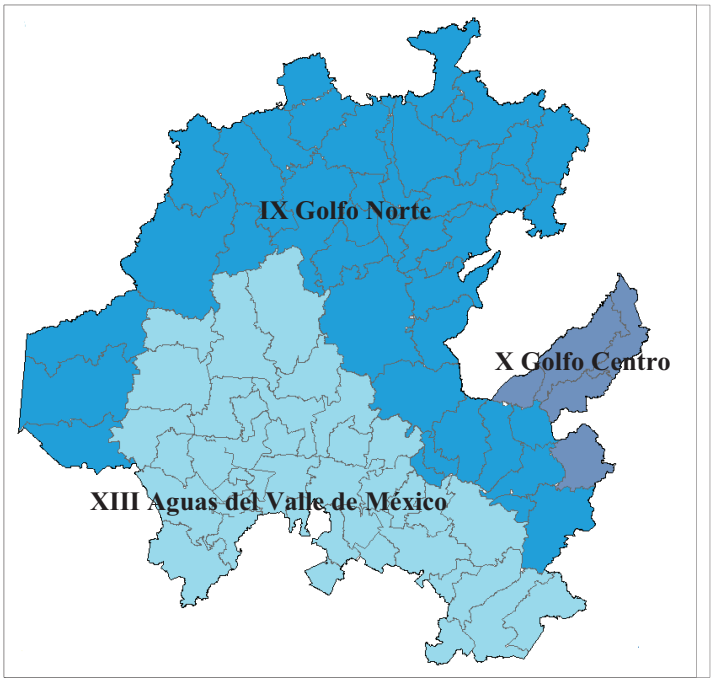

Fuente: elaboración propia con información del CONEVAL (2015), PNUD (2014) y CONAPO (2015).

este último con una fuerte incidencia en municipios del Estado de México[38].

En el caso del agua superficial, esta se encuentra distribuida en las regiones hidrológicas RH26 Pánuco y RH27 Tuxpan-Nautla. La primera con la cuenca del río Moctezuma cubre el 94,95 % del Estado y la segunda

[38] SINA, 2022.

Mapa 2. Regiones hidrológico-administrativas, Hidalgo




Fuente: elaboración propia con información de la CONAGUA (2018).

con las cuencas de los ríos Tecolutla (0,4 %), Cazones (1,05 %) y Tuxpan (3,6 %). Sus corrientes de agua están conformadas por los arroyos Grande, Hondo, Seco y del Márques y por 24 ríos, siendo los principales el Tula, Amajac y Metztitlán, el primero tiene como afluentes principales los ríos Rosas, Cuautitlán, Guadalupe y Salado. Los cuerpos de agua corresponden a las lagunas de San Antonio de Atocha, Metztitlán y Tecocomulco y las presas Dobodhé, Endhó, Francisco I. Madero, Ingeniero Fernando Hiriart Balderrama (Zimapán), La Peña (Javier Rojo Gómez), la Esperanza, Metepec, Omiltepec, Tecocotal y Vicente Guerrero (Las Golondrinas)[39].

Un elemento para destacar se refiere al hecho de que estas corrientes y cuerpos de aguas son las principales receptoras del agua residual producida por los hogares y las actividades comerciales e industriales en el Estado, y de manera importante de la ZMVM, lo que impacta de manera directa e indirecta en las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano y, por tanto, en la calidad del recurso.

Respecto a la distribución del agua, el volumen concesionado de agua para uso consuntivo, de acuerdo con cifras del REPDA, para el Estado de Hidalgo fue de 1.688.900 hectómetros cúbicos ($hm^3$) al año, del cual el 74,4 % es superficial y el 25,6 % es subterránea. El mayor volumen concesionado corresponde al uso agrícola (73,4 %) seguido del abastecimiento público urbano (10,2 %), mientras que el volumen para uso doméstico representa solo el 0,02 % (298.035 $hm^3$ al año) del total (Gráfica 1)[40].

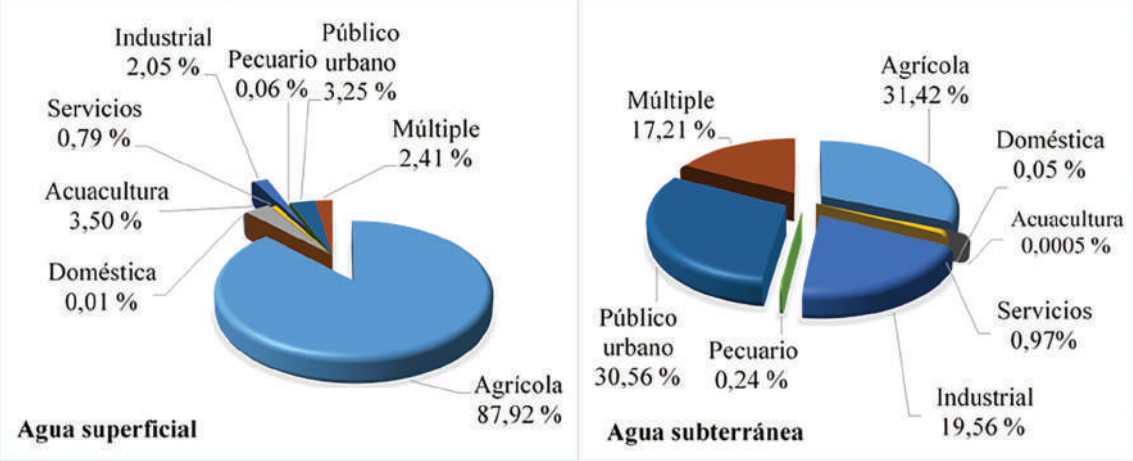
Cabe destacar que, para el caso del agua para consumo humano, la CONAGUA considera la suma del uso doméstico y púbico urbano; dentro de la Ley de Aguas Nacionales el primero se define como "La aplicación de agua nacional para el uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa"; el segundo como "La aplicación de agua nacional para centros de población y asentamientos humanos, a través de la red municipal"[41]. Por lo que el volumen de agua concesionado para el año 2022 fue de 173.252 hectómetros cúbicos (incluye agua superficial y subterránea), cifra equivalente 10,3 % del total del volumen de agua concesionada a usos consuntivos.

Otra característica importante en torno a la disponibilidad del agua, es el grado de presión hídrica, que en Hidalgo es media-fuerte (32,3 %), con una precipitación pluvial anual de 632,4 milímetros, y una temperatura

[39] INEGI, 2018.

[40] REPDA, 2022.
[41] DOF, 11 de mayo de 2022.

Gráfica 1. Volumen concesionado de agua por uso consuntivo en Hidalgo, México




Notas: a) El uso agrícola incluye el correspondiente a los distritos de riego.
Fuente: elaboración propia con datos del REPDA (2022).

media promedio anual de 18,8 ºC,[42] aspectos que en los últimos años han mostrado cambios significativos que inciden en la disponibilidad de agua en el Estado y, por consiguiente, vulneran el DHA.

Con respecto a la cobertura y accesibilidad, de acuerdo con datos del Censo de Población y Vivienda 2020, en Hidalgo 96 % de la población cuenta con el servicio de agua potable y 94 % con el servicio de alcantarillado. Los municipios que menor cobertura de agua tienen son Huautla (65,2 %), La Misión (68,4 %), Yahualica (72,8 %) y Tepehuacán (75,3 %) mientras que los de mayor cobertura son Tolcayuca (99,8 %), Atitalaquia (99,6 %), Tlaxcoapan (99,5 %) y Villa de Tezontepec (99,5 %), proporción que aumentó con respecto a los datos del 2015 (Mapa 3).

De acuerdo con la Gráfica 2, del 96 % de la población que tiene acceso al agua potable, 66,9 % la tiene dentro de la vivienda y 29,1 % dentro del terreno (29,1 %), principalmente la obtienen del servicio público del agua (80 %) y de pozos comunitarios (15,7 %). Las viviendas que no cuentan con acceso al agua dentro de la vivienda o del terreno (3,9 %), la obtienen principalmente por acarreo de un pozo (45,4 %), de una pipa (22,3 %) y de otra vivienda (16,6 %)[43].

En cuanto a las fuentes de abastecimiento de agua, la CONAGUA las define como "cuerpos de agua, subterráneo o superficial, desde los cuales se toma el agua para suministro al sistema de distribución"[44]. En Hidalgo, las principales fuentes para uso doméstico y público urbano son manantiales, pozos profundos, ríos y arroyos. De los primeros se extraen 98.725 metros cúbicos diarios, mientras de que del segundo se extraen 58,05 metros cúbicos (véase Gráfica 3). Por consiguiente, es de vital importancia el mantenimiento de los cuerpos de agua de que dispone el Estado para garantizar el acceso al agua a la población hidalguense.

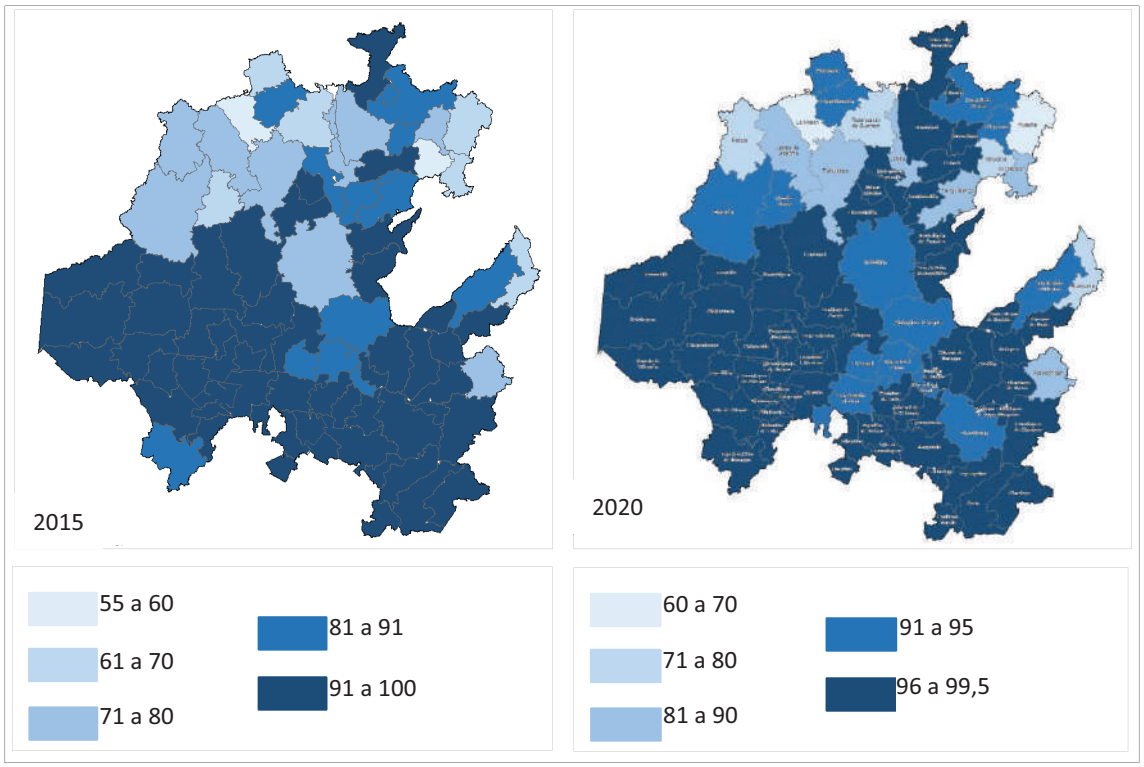
La calidad del agua que arriba a los hogares es un factor importante que garantiza el DHA y depende de varios factores entre los que destacan la calidad del agua de los cuerpos de agua (fuentes de abastecimiento), infraestructura de la red de agua (diseños, mantenimiento, otros) y tratamiento. En el caso de la primera, la CONAGUA definió a inicios de los años setenta un método que permite conocer la calidad del agua e incorpora los parámetros de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO) y la concentración de sólidos suspendidos (SST), además de los coliformes fecales (CF)[45].

En Hidalgo el volumen de aguas residuales vertidas a cuerpos de agua (con permiso federal) es de 273.305 metros cúbicos al día, de los cuales 48 % corresponde

[42] SNIARN, 2019. SNM, 2021.
[43] INEGI, 2020.
[44] CONAGUA, s.f., 7.

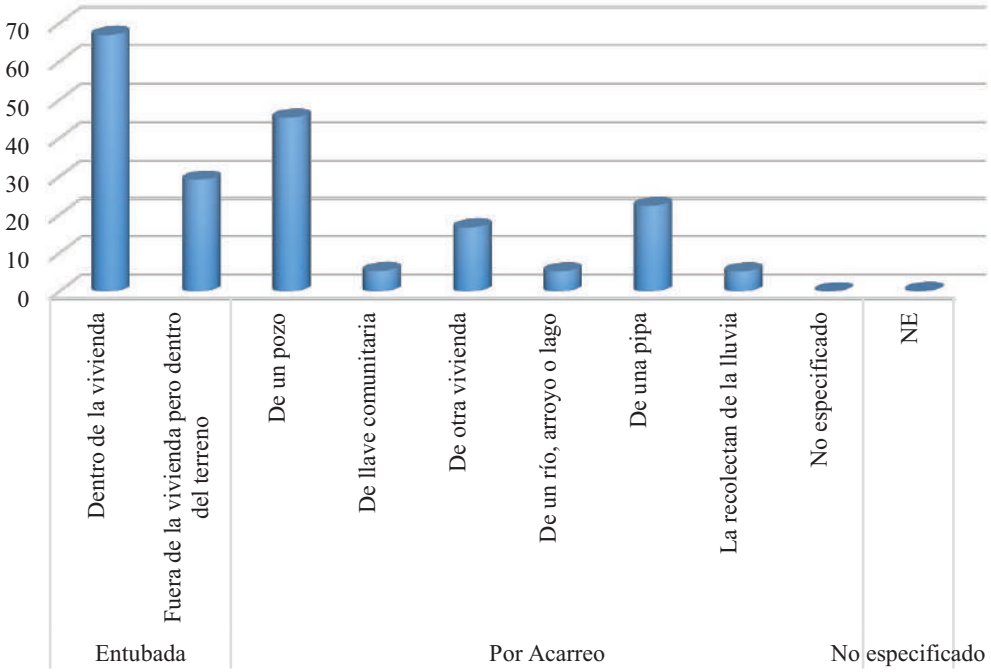
[45] La DBO es un indicador de materia orgánica en el agua. Su incremento provoca la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua creando condiciones de anoxia que dañan a las comunidades biológicas de los ecosistemas. La DQO indica la presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales, lo que puede significar una reducción en la cantidad de oxígeno lo cual afecta a los organismos y ecosistemas acuáticos. La concentración de SST proviene principalmente de las aguas residuales y la erosión de suelos. El incremento en los niveles de SST en los cuerpos de agua provoca su turbidez y reduce la penetración de la luz solar, impidiendo el desarrollo de la vegetación acuática y afectando el resto de la biodiversidad (SEMARNAT, 2013, 287-290).

Mapa 3. Porcentaje de población con acceso al agua potable por municipio en Hidalgo




Fuente: elaboración propia con mapas de INEGI y datos del SNIEG (2022).

Gráfica 2. Disponibilidad de agua en las viviendas de Hidalgo, México

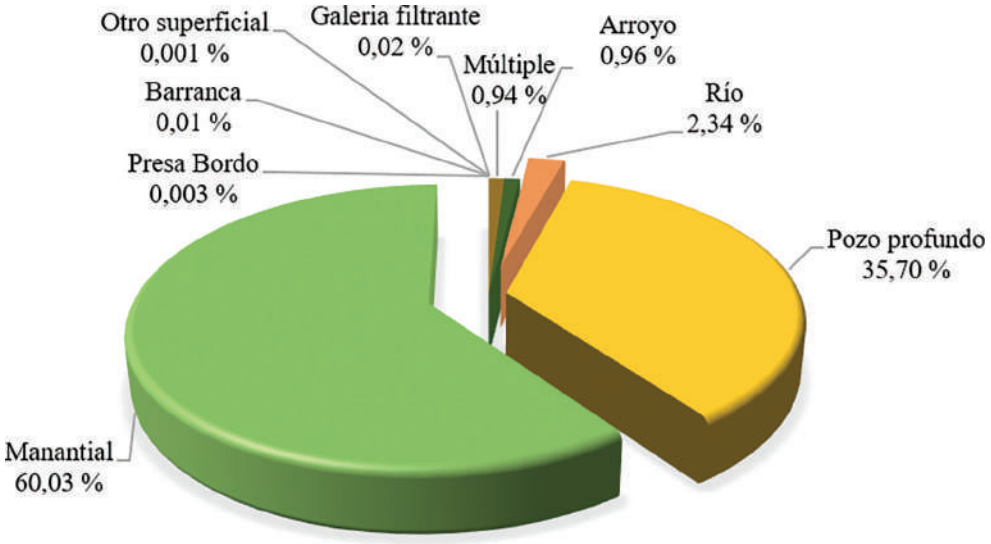



Fuente: elaboración propia con información de INEGI (2020).

al público urbano, 28 % a la industria, 13 % a servicios y 11 % a otros usos[46]. Además, se identifican 458 puntos de descargas de aguas residuales municipales sin tratamiento a cuerpos de agua, de estos, 190 se descargan en ríos y arroyos, 120 en suelo o barranca, 61 en canal o dren, 7 en presas, y 80 en otros puntos. Los municipios

[46] REPDA, 2022.

Gráfica 3. Fuentes de abastecimiento de agua para uso doméstico y público urbano en Hidalgo




Fuente: elaboración propia con datos del REPDA (2022).

con el mayor número de puntos de descargas de esta agua son: Tula de Allende, Tezontepec de Aldama, Ixmiquilpan, Atotonilco de Tula, Atitalaquia y Zempoala, la mayoría descargados en ríos y arroyos[47] lo cual contribuye a la contaminación de los cuerpos de agua de los cuales se abastece la población del Estado.

A partir del semáforo de calidad del agua, se identificaron varios cuerpos de agua en Hidalgo que se encuentran en color rojo, es decir, contaminados con parámetros de DBQ, DQO, SST y CF. Por ejemplo, en el municipio de Francisco I. Madero el canal principal la Tumba y el Alto Requena; en Tlahuelipan el canal principal la Tumba; en Atitalaquia la presa derivadora Tlamaco-Juando; en Tula de Allende la presa Requena, presa Endhó, río Tula; en Tepeji del Río de Ocampo el canal Caltengo y el río Tepeji; en Tepetitlan el canal Endhó; en Tecozautla el río San Juan; y en Alfajayucan el río Alfajayucan y el canal del Centro[48].

En el caso de los acuíferos en semáforo rojo, estos se encuentran contaminados al rebasar los límites de los parámetros de conductividad, salinización, alcalinidad, cadmio, arsénico, plomo, hierro, manganesos y fluoruros. Por ejemplo, los acuíferos de Amajac en Atotonilco el Grande; Actopan-Santiago Anaya en Actopan; Valle del Mezquital en Tula de Allende; Huichapan-Tecozautla en Tecozautla; Chapantongo-Alfajayucan en Tasquillo; Ixmiquilpan en Chilcuautla; y Tepejí del Río de Ocampo en Tepejí del Río de Ocampo[49].

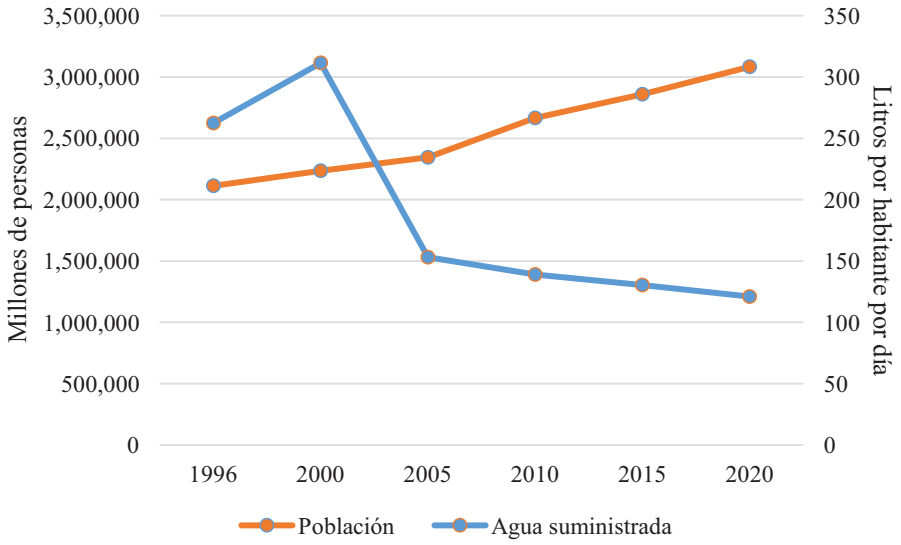
En este punto es importante destacar el caso de acuífero del Valle del Mezquital, el río Tula y la presa Endhó, estos cuerpos reciben desde hace más de 100 años las aguas residuales generadas en la ZMVM sin tratamiento, lo cual ha contribuido a deteriorar la calidad del agua, incidiendo directa e indirectamente en la salud de la población aledaña a estas zonas. Además de que la actividad industrial (cementeras, caleras, parques industriales, termoeléctrica, otras), se concentra en gran parte de los municipios mencionados. Cabe destacar que los habitantes de estos municipios tienen como fuentes de abastecimiento estos cuerpos de agua, por lo que su contaminación incide en su consumo y uso.

## Análisis desde los criterios del DHA en los hogares del Estado de Hidalgo

Dentro de los criterios para cumplimiento del DHA se encuentra la disponibilidad, que, como se mencionó anteriormente, refiere a que el abastecimiento de agua de cada persona debe ser continuo y suficiente para uso personal y doméstico. En el caso de Hidalgo, y de acuerdo a datos de la CONAGUA, la dotación de agua para los habitantes del Estado es de 121 litros por habitante al día[50]; si bien este dato está dentro de las recomendaciones (de 50 a 100 litros), este varía a nivel municipal y en mayor medida en municipios que tienen carencias dentro de la vivienda (acceso al agua y saneamiento)[51],

[47] INEGI, 2019.
[48] CONAGUA, 2021b.
[49] CONAGUA, 2021b.
[50] CONAGUA, 2021a.
[51] CONEVAL, 2015 e INEGI, 2020.

Gráfica 4. Agua suministrada por habitante en Hidalgo




Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020 y del SNIARN (2022).

identificadas por el Consejo Nacional para la Evaluación de la Política Social (CONEVAL), por lo que este dato no puede considerarse como representativo de todos los municipios en Hidalgo. En este punto, es importante mencionar que uno de los factores que disminuyen la dotación de agua es el crecimiento de la población (Gráfica 4), así como las características geográficas y los efectos del cambio climático.

En un análisis a nivel municipal, tomando como punto de partida el volumen concesionado de agua para uso domésticos y públicos —datos del REPDA, Tablas 1 y Tabla 2—, la estimación de la dotación de agua por habitante al día muestra diferencias significativas. Cabe mencionar que esta dotación de agua es una estimación y en gran medida depende de la distribución de los organismos operadores de agua en el Estado y de las organizaciones comunitarias para su gestión. Por ejemplo, la CAASIM provee servicios a 15 municipios, tres de los cuales reciben agua en bloque (Villa de Tezontepec, San Agustín Tlaxiaca y Mineral del Chico). De acuerdo con las estimaciones realizadas en la Tablas 1 y la Tabla 2, 60 municipios están por encima de los 100 litros de agua por habitante al día, superando las recomendaciones de la OMS, 14 están entre los 50 a 100 litros de agua por habitante al día y 10 en menos de 50 litros de agua por habitante al día. Sin embargo, dentro de los municipios con mayor dotación de agua por persona están los de mayor porcentaje de viviendas sin agua entubada, como son los municipios de Pacula (23 %), Tepehuacan de Guerrero (24 %), Huautla (36 %), Tinaguistengo (18 %), Xochiatipan (17 %) y Yahualica (18 %)[52], estos dos últimos, en años anteriores, presentaban un porcentaje de población sin acceso al agua por encima del 50 %.

En los municipios con dotación de agua menor a los 50 litros de agua por habitante al día, Tabla 2, se identifican municipios con un alto porcentaje de población en pobreza por ingresos, por ejemplo, Jaltocán con 75 %, Tlahuiltepa con 71 %, Huejutla de Reyes con 65 % y La Misión con 61 %, estos mismos presentan carencias sociales por concepto de falta de acceso a servicios básicos dentro de las viviendas[53].

Otro aspecto que considerar es la frecuencia con la que arriba el agua a los hogares. Si bien la cobertura en Hidalgo está por encima del 90 %, una de las características de su distribución es que el agua llega a los hogares por tandeo, es decir, cada tercer día la población recibe el recurso, por tanto, dentro de los hogares debe existir una gestión interna del agua que les permita realizar sus tareas cotidianas sin que se vean afectados, siendo común encontrar en hogares (si tienen la disponibilidad financiera), almacenes o contenedores de agua (cisternas) que les permiten su almacenamiento a fin de garantizar un acceso continuo al recurso.

En cuanto al criterio de accesibilidad, el agua y las instalaciones, así como el servicio, deben ser accesibles para todos, sin discriminación alguna. Dentro de sus dimensiones, se encuentra la económica, en la cual se sugiere que el

[52] INEGI, 2020.
[53] CONEVAL, 2020

Tabla 1. Dotación de agua mayor a 100 litros por habitante al día (l/h/d) por municipio en Hidalgo, 2022

| Municipio | Dotación de agua (l/h/d) | Municipio | Dotación de agua (l/h/d) |
|---|---|---|---|
| Pacula | 361 | Xochiatipan | 125 |
| Tula de Allende | 305 | Tepehuacán de Guerrero | 124 |
| Huasca de Ocampo | 299 | Omitlán de Juárez* | 123 |
| Ixmiquilpan | 282 | Mineral del Chico* | 123 |
| Alfajayucan | 274 | Singuilucan* | 123 |
| Tetepango | 273 | Mineral de la Reforma* | 123 |
| Actopan | 251 | Tepeapulco* | 123 |
| Tezontepec de Aldama | 248 | Zapotlán de Juárez* | 123 |
| Chapantongo | 228 | Tlanalapa* | 123 |
| Atotonilco el Grande | 214 | Mineral del Monte* | 123 |
| Tasquillo | 213 | Villa de Tezontepec* | 123 |
| Santiago de Anaya | 213 | San Agustín Tlaxiaca* | 123 |
| Nicolás Flores | 199 | El Arenal* | 123 |
| Jacala de Ledezma | 193 | Zempoala* | 123 |
| Lolotla | 185 | Epazoyucan* | 123 |
| Atlapexco | 164 | Pachuca de Soto* | 123 |
| San Bartolo Tutotepec | 162 | Tolcayuca* | 123 |
| Molango de Escamilla | 159 | Huautla | 122 |
| Tepeji del Río de Ocampo | 157 | Emiliano Zapata | 121 |
| Francisco I. Madero | 156 | Tlahuelilpan | 120 |
| Agua Blanca de Iturbide | 149 | Tenango de Doria | 119 |
| San Salvador | 147 | Chilcuautla | 118 |
| Apan | 146 | Pisaflores | 115 |
| Tulancingo de Bravo | 140 | Juárez Hidalgo | 113 |
| Tecozautla | 137 | Tlaxcoapan | 112 |
| Calnali | 136 | Yahualica | 110 |
| Huazalingo | 136 | Almoloya | 110 |
| San Agustín Metzquititlán | 133 | Atitalaquia | 104 |
| Cardonal | 129 | Huichapan | 103 |
| Tianguistengo | 126 | Xochicoatlán | 103 |

Nota: *En estos municipios la CAASIM suministra los servicios de agua potable y alcantarillado, por lo que se consideró el mismo dato para todos.
Fuente: elaboración propia con datos del REPDA (2022) e INEGI (2020).

Tabla 2. Dotación de agua menor o igual a 100 litros por habitante al día (l/h/d) por municipio en Hidalgo, 2022

| Municipio | Dotación de agua (l/h/d) | Municipio | Dotación de agua (l/h/d) |
|---|---|---|---|
| Tepetitlán | 100 | Metztitlán | 49 |
| Zacualtipán de Ángeles | 92 | La Misión | 43 |
| Ajacuba | 88 | Huejutla de Reyes | 42 |
| Cuautepec de Hinojosa | 80 | Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero | 35 |
| Acaxochitlán | 77 | Progreso de Obregón | 29 |
| Chapulhuacán | 74 | Jaltocán | 20 |
| Tlanchinol | 69 | Eloxochitlán | 17 |
| Huehuetla | 66 | Tizayuca | 14 |
| Zimapán | 66 | Tlahuiltepa | 13 |
| Mixquiahuala de Juárez | 62 | Metepec | 8 |
| San Felipe Orizatlán | 60 | | |
| Atotonilco de Tula | 54 | | |
| Acatlán | 54 | | |
| Nopala de Villagrán | 50 | | |

Fuente: elaboración propia con datos del REPDA (2022) e INEGI (2020).

Tabla 3. Salario mínimo y gasto sugerido en agua para consumo en los hogares de México (pesos mexicanos)

| Año | Salario mínimo real en MXN (año base 2018) | Ingreso familiar promedio mensual (MXN) | | Gasto sugerido en agua (3 % del ingreso familiar) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Un salario mínimo (1) | Dos salarios mínimos (2) | Ingreso 1 | Ingreso 2 |
| **2013** | 76,95 | 2.340,56 | 4.681,13 | 70,22 | 140,43 |
| **2014** | 76,98 | 2.341,48 | 4.682,95 | 70,24 | 140,49 |
| **2015** | 78,54 | 2.388,93 | 4.777,85 | 71,67 | 143,34 |
| **2016** | 81,05 | 2.465,27 | 4,930,54 | 73,96 | 147,92 |
| **2017** | 84,47 | 2.569,30 | 5.138,59 | 77,08 | 154,16 |
| **2018** | 88,15 | 2.681,23 | 5.362,46 | 80,44 | 160,87 |
| **2019** | 104,64 | 3.182,80 | 6.365,60 | 95,48 | 190,97 |
| **2020** | 119,54 | 3.636,01 | 7.272,02 | 109,08 | 218,16 |
| **2021** | 130,57 | 3.971,50 | 7.943,01 | 119,15 | 238,29 |
| **2022** | 148,24 | 4.508,97 | 9.017,93 | 135,27 | 270,54 |

Fuente: elaboración propia con datos de la CONASAMI (2022).

gasto en agua no debe exceder el 3 % del ingreso familiar. No obstante, México está dentro de los principales consumidores de agua embotellada, lo que ocasiona que las familias gasten un porcentaje de sus ingresos en la compra de agua embotellada (principalmente en garrafones de 20 litros). Por lo que, en la estimación del gasto sugerido en agua con respecto al ingreso familiar (considerando 1 o 2 salarios mínimos), en los últimos diez años este creció en un 92,7 % (Tabla 3), no obstante, que el número de miembros en los hogares pasó de 4 a 3,7 en promedio.

Tabla 4. Gasto promedio total en agua en hogares de Hidalgo (pesos mexicanos).

| Año | Dotación mínima de agua (l/h/d) a/ | Costo mensual del servicio de agua (MXN) b/ | Gasto mensual promedio en agua embotellada (MXN) c/ | Gasto total en agua para consumo (MXN) | Gasto en agua con respecto al ingreso familiar, 1 Salario mínimo (%) | Gasto en agua con respecto al ingreso familiar, 2 Salarios mínimos (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2013** | 65,75 | 56,22 | 171,01 | 227,23 | 5,04 | 2,52 |
| **2014** | 65,75 | 81,58 | 178,58 | 260,16 | 5,77 | 2,88 |
| **2015** | 65,75 | 86,55 | 183,64 | 270,19 | 5,99 | 3,00 |
| **2016** | 65,75 | 92,66 | 193,88 | 286,54 | 6,35 | 3,18 |
| **2017** | 65,75 | 104,08 | 206,96 | 311,04 | 6,90 | 3,45 |
| **2018** | 65,75 | 109,22 | 217,18 | 326,4 | 7,24 | 3,62 |
| **2019** | 65,75 | 112,71 | 225,82 | 338,53 | 7,51 | 3,75 |
| **2020** | 73,06 | 117,81 | 232,63 | 350,44 | 7,77 | 3,89 |
| **2021** | 73,06 | 124,17 | 249,27 | 373,44 | 8,28 | 4,14 |
| **2022** | 73,06 | 134,44 | 269,21 | 403,65 | 8,95 | 4,48 |

Notas: a/ De acuerdo con datos del INEGI el tamaño promedio de los hogares censales en Hidalgo para 2010 era de 4 personas y para 2020 de 3,7; b/ La tarifa corresponde a la establecida por la CAASIM, la dotación mínima por hogar es de 8m³ e incluye los servicios de saneamiento y alcantarillado; y c/ Datos estimados según INEGI (2018b).
Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2018b y 2020) y de la CASSIM.

En el análisis realizado para estimar el gasto promedio que gastan los hogares en Hidalgo en agua para realizar sus actividades y tomando como referencia la tarifa de agua de la CAASIM y el gasto promedio en agua embotellada, se determinó que en gran medida el gasto promedio de los hogares en agua supera el 3 %, y que este varía dependiendo del nivel de ingreso de los hogares (1 a 2 salarios mínimos). Cabe destacar, de acuerdo con la Tabla 4, que este gasto en agua en los últimos diez años se ha incrementado y que, si bien y dependiendo del nivel de ingresos este estuvo por debajo del 3 %, en los últimos años se ha incrementado y en parte obedece a los efectos de la pandemia Covid-19, que incrementó el consumo de agua a causa del confinamiento, por lo que existe la vulnerabilidad del DHA desde la perspectiva de la asequibilidad en hogares del Estado.

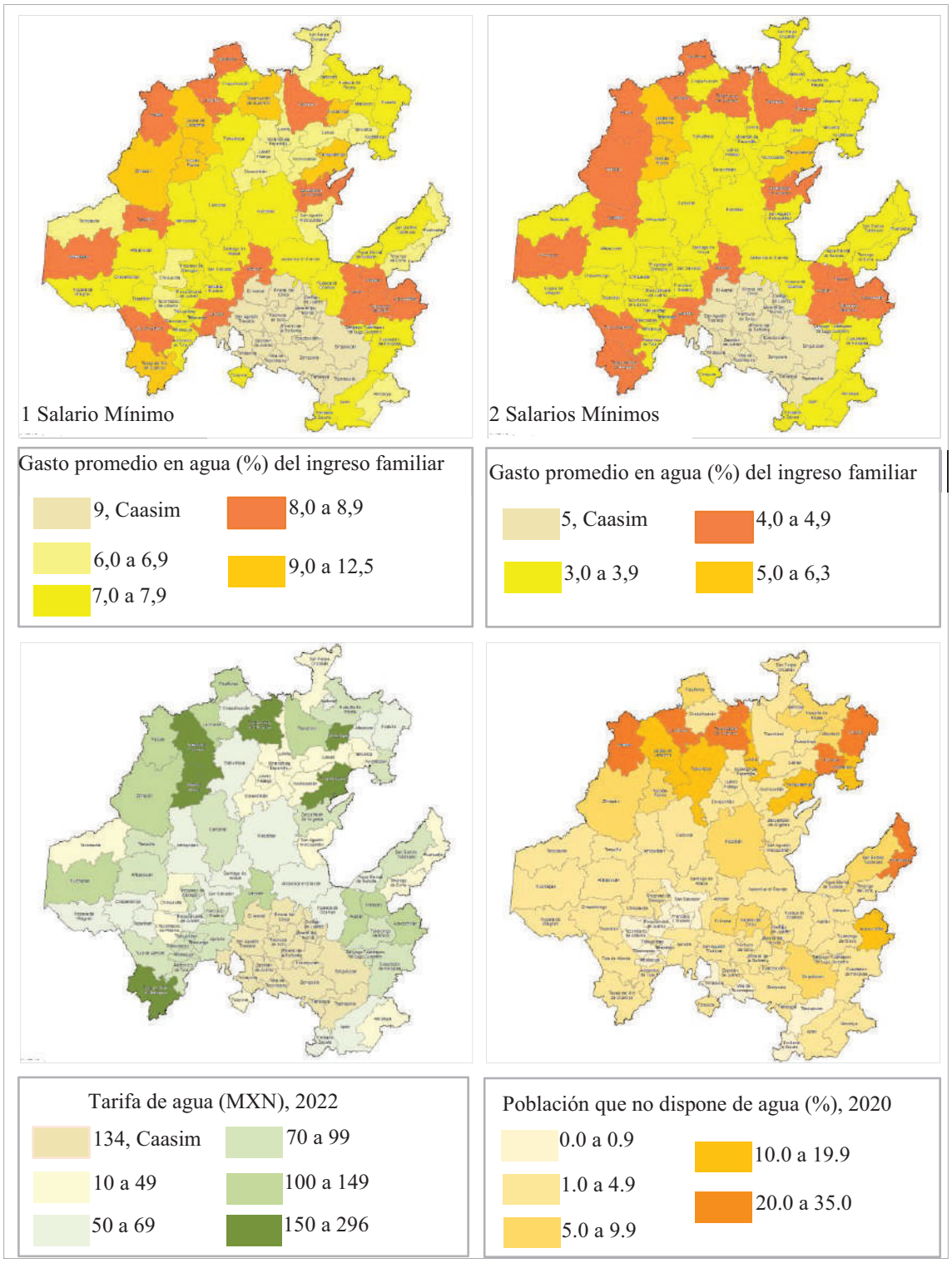
Por otro lado, al analizar el gasto promedio en agua del resto de los municipios del Estado, la tendencia es similar; cabe destacar que cada municipio tiene tarifas de agua diferentes, superando el 3 % del ingreso familiar, lo que hace evidente que desde esta perspectiva el DHA se está vulnerando y en gran medida deriva del gasto que se realiza por la compra de agua embotellada (Mapa 4). Lo municipios que destinan un mayor porcentaje de los ingresos familiares al pago de agua, considerando que solo hay un ingreso en el hogar (un salario mínimo) son: Tianguistengo (12,5 %), Nicolás Flores (10,5 %) y Jacala de Ledezma (10 %), esto deriva principalmente del costo por el servicio de agua, alcantarillado y saneamiento, no obstante estos se encuentran dentro de los municipios con mayor disponibilidad de agua. Caso contrario, los municipios con el menor gasto en agua son Eloxochitlán (6,5 %), Huehuetla (6,3 %) y Chilcuautla (6 %). Sin embargo, aun cuando se consideren dos ingresos en los hogares del Estado de Hidalgo, el gasto en agua para consumo es mayor del 3 %, lo que reafirma que el gasto en agua embotellada es un factor importante que vulnera el DHA —aun cuando existe una diferenciación tarifaria de los servicios de agua, alcantarillado y saneamiento—; el gasto extra que hacen las familias incide de manera importante en la vulnerabilidad de este derecho.

Finalmente, es importante destacar que, más allá de hablar de cobertura del agua del 90 % en los hogares hidalguenses, esta se refiere principalmente a la infraestructura, por lo que es primordial considerar otros factores, tales como la calidad y asequibilidad de agua para disponer del recurso, aunado a las condiciones sociales y contexto de los diferentes municipios, localidades y comunidades.

## Conclusiones

Si bien el DHA fue incorporado recientemente en nuestro país como un derecho dentro de la Constitución mexicana, así como criterio para medir la pobreza multidimensional en la dimensión de carencias sociales, los

Mapa 4. Gasto promedio en agua para consumo en hogares por municipio de Hidalgo, 2022




Fuente: elaboración propia con información de INEGI (2018b), CAASIM (2022), SNIEG (2022) y Periódico Oficial del Estado de Hidalgo (2022).

sistemas de abastecimiento de agua bajo la prestación de servicios de propiedad del Estado y municipal en la entidad enfrentan importantes retos para garantizar los criterios de disponibilidad (accesibilidad), calidad y asequibilidad. Este hecho implica la necesidad de diseñar e implementar un conjunto de estrategias y líneas de acción coordinadas en materia pública nacional y local que minimice los efectos negativos que estos pueden provocar en términos financieros y de salud en los hogares del Estado de Hidalgo.

Sobre el primer punto, es importante mencionar que el abastecimiento de agua para cada persona debe ser continuo y suficiente para uso personal y doméstico. Sin embargo, existe en el Estado de Hidalgo una tarea pendiente en dos sentidos. En primer lugar, la suficiencia se encuentra restringida a las presiones hídricas en materia de su disponibilidad en fuentes superficiales, subterráneas y de prevención para su contaminación, esta última originada por problemas de regulación en materia de uso, concesiones a particulares y utilización de aguas residuales sin tratamiento, las cuales han provocado que aún existan localidades que no cuentan con acceso a agua potable y servicios básicos, o bien que esta sea insuficiente, provocando un aumento en la probabilidad de que los hogares presenten eventos de enfermedad y empobrecimiento ante la canalización de una parte del ingreso para la atención de enfermedades con carencia de agua, así como por el uso de fuentes insalubres. Un segundo punto tiene que ver con que la medición de disponibilidad de agua en el hogar se ha limitado en todos los ámbitos de gobierno a valorar la infraestructura necesaria para el abastecimiento y la distribución en función a la cantidad volumétrica promedio, sin considerar el tamaño y composición del hogar, lo que impide una continuidad diaria, así como un volumen suficiente en aquellos hogares de mayor tamaño. En este sentido, resulta apropiado que, para determinar su accesibilidad, sean empleados criterios de medición tales como los propuestos por la OMS los cuales establecen que esta solo se considera continua cuando el suministro se da durante todo el año de una fuente fiable, sin interrupción del caudal en el grifo ni en la fuente, y no solo a partir de la disponibilidad de infraestructura dentro de la vivienda o en el terreno, tal y como se determina por el CONEVAL.

Respecto a la calidad del agua, es importante mencionar que este criterio se encuentra relacionado directamente con la presencia de enfermedades en la piel, cánceres, y aquellas de carácter gastrointestinal ante su consumo o exposición directa con las personas que la emplean. Al respecto, y de acuerdo con la información más reciente emitida por la CONAGUA sobre la Calidad del Agua en México[54], la contaminación y calidad de fuentes de abastecimiento presentan su principal problemática en la presencia de coliformes fecales, *escherichia coli* y de alta toxicidad en el caso de aguas superficiales, y de problemas de alcalinidad para el caso de aguas subterráneas.

El diseño de políticas públicas nacionales y locales centradas en el tratamiento y la regulación a industrias que prevengan la contaminación de ríos, lagos y arroyos, así como la obtención de fuentes salubres mediante la implementación de captadores en municipios con fuerte precipitación pluvial, así como mecanismos de cosecha de agua, pueden fungir como estrategias alternativas si se quiere garantizar la prevención de enfermedades que pueden mermar la calidad de vida de los pobladores.

Por su parte, y respecto con el tercer criterio, el acceso a servicios de agua y saneamiento asequibles es fundamental para el ejercicio de los derechos al agua y al saneamiento. Cabe destacar que, en el Estado de Hidalgo, los hogares gastan más del 3 % de ingresos en la adquisición de agua tanto para realizar las actividades en el hogar como para su consumo. Aun cuando, en la mayoría de los hogares se cuenta con acceso a estos servicios, estos no son asequibles, las personas no pueden utilizar cantidades suficientes de agua y mantener en estado óptimo los sanitarios, lo que provoca la utilización de fuentes de abastecimiento inseguras, o bien tienen que ser sacrificados derechos tales como la alimentación, vivienda o educación, poniendo en riesgo otras necesidades básicas que inciden directamente en otros indicadores relacionados con la pobreza multidimensional.

Si bien los sistemas de tarificación son de gran utilidad en zonas conectadas a redes de agua corriente y alcantarillado, los sistemas no tienen en cuenta el tamaño y composición de los hogares, o si la familia tiene necesidades especiales que requieren más disponibilidad de agua, por lo que no necesariamente se garantiza el DHA en cuanto a disponibilidad. En Hidalgo, algunos municipios tienen una tarificación diferenciada (rural y urbana), no obstante, esto tampoco garantiza la disponibilidad del recurso ya que muchas veces el agua se transfiere a las grandes ciudades, dejando sin disponibilidad a los hogares o las comunidades más pobres. En suma, las políticas tarifarias y la sustentabilidad financiera de los prestadores cobran relevancia, y resulta indispensable hacer énfasis en los diseños y niveles de tarifas que garanticen el DHA, principalmente para grupos de bajos ingresos y consumos mínimos o básicos.

Finalmente, derivado de lo anterior, se puede concluir que con base a la hipótesis planteada se confirma que la cobertura del acceso al agua en los hogares del Estado de Hidalgo no garantiza el cumplimento del DHA, este se vulnera en términos de calidad y cantidad,

[54] CONAGUA, 2021b.

pero sobre todo en términos de asequibilidad. Por tanto, para garantizar la accesibilidad, suficiencia y asequibilidad de agua potable y saneamiento, es importante concientizar a los usuarios de un uso adecuado de dichos servicios. Si consideramos que existen en la entidad fuertes presiones hídricas, es necesario promover un uso eficiente y adecuado de este bien escaso, la promoción de una cultura de agua puede contribuir en un mejor uso de esta, lo cual podría generar un uso más racional, previniendo, como contraparte, la escasez de dicho bien.

## A manera de reflexión

El caso del Estado de Hidalgo, por un lado, es típico en México, en el sentido de la vulnerabilidad del DHA derivado del gasto en agua que realizan los hogares, ya que este es un fenómeno que ocurre a lo largo del país[55]. Aunado a que las elevadas cifras de cobertura de acceso al agua y saneamiento en gran medida están enfocadas a una perspectiva técnica de cobertura del servicio, pero no en calidad, cantidad y asequibilidad del recurso. Más aún que dichas cifras se enfocan en alcanzar el objetivo seis de los ODS para el año 2030 pero que no visibilizan la realidad y/o contexto de muchas comunidades o grupos vulnerables con carencia de este recurso. Por otro lado, no lo es, en el sentido de que es el único estado en México en el que la mayor parte de su agricultura se basa en uso del agua residual sin tratamiento, de lo cual deriva una historia ambiental que data de la época de la colonia y en donde se localiza una de las regiones (Tula) con una alta contaminación ambiental, lo cual afecta a la calidad del agua y por ende aumenta el gasto que realizan los hogares en agua.

Derivado de lo anterior, y en términos de la disciplina de economía del agua, es necesario visibilizar el recurso desde una perspectiva social[56], manteniendo la calidad, la cantidad y el acceso en la mayor parte de la población, en donde las tarifas no solo deben incluir los costos financieros del servicio sino el costo de los impactos negativos al ambiente —afectación en suelo, clima, ecosistemas, entre otros—[57], así como el impacto negativo que los diferentes usuarios ocasionan en la disponibilidad y calidad del recurso.

[55] Jalomo Aguirre *et al.*, 2018.
[56] Aguilera Klink, 2006.
[57] Ayala Esquivel y Cabrera Tapia, 2021.

## Bibliografía

ACNUDH (Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos); ONU-HABITAT (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos); OMS (Organización Mundial de la Salud). 2011: "El derecho al agua". *Folleto informativo*, No. 35. Ginebra (Suiza), ONU. http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf

Aguilera Klink, F. 2006: "Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales". *POLIS Revista Latinoamérica*, 14. https://journals.openedition.org/polis/5044

Anglés Hernández, M. 2016: *Agua y derechos humanos* (1era. ed.). Ciudad de México (México), Comisión Nacional de Derechos Humanos.

Ayala Esquivel, B. D.; Cabrera Tapia, C. F. 2021: "La importancia de la economía del agua". *RD-ICUAP*, *7*(21), 78-91. http://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/rdicuap/article/view/630

CNDH (Comisión Nacional de Derechos Humanos). 2014: *El derecho humano al agua potable y saneamiento*. México, CNDH.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2021a: *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Ciudad de México (México), CONAGUA.

CONAGUA. 2018: *Estadísticas del Agua en México edición 2018*. México, CONAGUA, SEMARNAT.

CONAGUA. 2015: *Estadísticas del Agua en México, edición 2015*. México, SEMARNAT

CONAGUA. s.f.: *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado*. México, CONAGUA, SEMARNAT.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 8 de febrero de 2012*: Decreto por el que se Declara reformado el párrafo quinto y se adiciona un párrafo sexto recorriéndose en su orden los subsecuentes, al artículo 4o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. México, Presidencia de la Republica. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5232952&fecha=08/02/2012#gsc.tab=0

DOF. 11 de mayo 2022: *Ley de aguas nacionales*. México, Presidencia de la Republica. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lan.htm

Gleick, P. H. 1996: "Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs". *Water International*, 21, 83-92. http://dx.doi.org/10.1080/02508069608686494

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2018a: *Aspectos geográficos, Hidalgo*. México, INEGI.

Jalomo Aguirre, F.; Torres Rodríguez, A.; Ceballos González, L.; Ávila De Alba, J. P.; Álvarez Cortazar, L. T. 2018: "Derecho humano al agua potable en la localidad de Tlachichilco del Carmen en el municipio de Poncitlán, Jalisco, México: análisis preliminar de un problema en un territorio periurbano". *Agua y Territorio* (12), 59–70. https://doi.org/10.17561/at.12.4069

**OMS; UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia).** 2017: *Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene: informe de actualización de 2017 y línea de base de los ODS*. Ginebra (Suiza), OMS, UNICEF.

**OMS.** 19 de febrero de 2018: *Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM)*. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals-(mdgs)#:~:text=Los%20Objetivos%20de%20Desarrollo%20del%20Milenio%20(ODM)%20son%20ocho%20objetivos,alcanzar%20para%20el%20a%C3%B1o%202015.

**ONU (Organización de la Naciones Unidas); CDESC (Comité de Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales).** 2003: *Observación General No. 15. El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales)*. https://tbinternet.ohchr.org/_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=E%2fC.12%2f2002%2f11&Lang=en

**ONU.** 2000: *Agenda 21 (Programa 21)*. https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21toc.htm

**ONU.** 2010: *Resolución aprobada por la Asamblea General el 28 de julio de 2010*. (A/RES/64/292)

**ONU.** 2017: *Informe del Relator Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento acerca de su misión a México, (A/HRC/36/45/Add.2)*. ONU, Asamblea General. https://hchr.org.mx/relatorias_grupos/informe-del-relator-especial-sobre-el-derecho-humano-al-agua-potable-y-el-saneamiento-acerca-de-su-mision-a-mexico/

**ONU.** 2018: *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe, (LC/G.2681-P/Rev.3)*. Santiago de Chile (Chile), ONU.

**ONU.** 26 de noviembre 2020: "El agua, un recurso que se agota por el crecimiento de la población y el cambio climático". *Noticias ONU. Mirada global Historias humana*. https://news.un.org/es/story/2020/11/1484732

**Pacheco Vega, R.** 2015: "Agua embotellada en México: de la privatización del suministro a la mercantilización de los recursos hídricos". *Espiral* (Guadalajara), 22(63), 221-263. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-05652015000200007&lng=es&tlng=es.

**Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Hidalgo.** 2022: *Ley de Ingresos, cuotas y tarifas municipal 2022,* (decreto 55 al 170). Hidalgo (México), Gobierno del Estado de Hidalgo, Poder Ejecutivo. https://periodico.hidalgo.gob.mx/?page_id=79162

**PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2006: *Informe sobre Desarrollo Humano 2006: Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Nueva York (EE.UU.), PNUD.

**PNUD.** 2014: *Índice de Desarrollo Humano Municipal en México: nueva metodología.* México, PNUD.

**Rosaneli, C. F.; Fischer, M. L.; Sganzerla, A.; Neto, A. P.**. 2021: "El agua y la interacción de la salud global: una cuestión bioética". *Agua y Territorio* (19), e5471. https://doi.org/10.17561/at.19.5471

**SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).** 2013: *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012.* México, SEMARNAT.

**UNESCO.** 2023: *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023. Alianzas y cooperación por el agua. Datos, cifras y ejemplos de acción.* Italia (Región de Umbria), ONU-Agua

**Vázquez Salvador, N.; Silva Magaña, M. A.; Tapia Palacios, M. A.; Mora López, M.; Félix Arellano, E.; Rodríguez Dozál, S.; Riojas Rodríguez, H.; Mazari Hiriart, M.** 2020: "Household water quality in areas irrigated with wastewater in the Mezquital Valley, Mexico". *Journal of Water and Health*, *18*(6): 1098-1109. https://doi.org/10.2166/wh.2020.095

**WHO (World Health Organization); UNICEF.** 2021: *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: Five years into the SDGs.* Geneva (Suiza), WHO, UNICEF.

**WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas).** 2017: *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017, Aguas residuales: El recurso desaprovechado*. París (Francia), UNESCO.

## Bases de datos

**CAASIM (Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales).** 2022: *Tarifas* [Conjunto de datos]. Hidalgo (México), CAASIM. http://caasim.hidalgo.gob.mx/pag/tarifas.html

**CDI (Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas).** 2015: *Indicadores Socioeconómicos de los Pueblos Indígenas de México, 2015*, [Conjunto de datos]. México, CDI. https://www.gob.mx/inpi/articulos/indicadores-socioeconomicos-de-los-pueblos-indigenas-de-mexico-2015-116128

**CONAGUA 2021b:** *Calidad del agua en México* **[Conjunto de datos].** México, CONAGUA. https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua

**CONAPO (Consejo Nacional de Población).** 2015: *Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030* [Conjunto de datos]. México, CONAPO. https://www.gob.mx/conapo/documentos/proyecciones-de-la-poblacion-de-los-municipios-de-mexico-2015-2030

**CONASAMI (Comisión Nacional de los Salarios Mínimos).** 2022: *Evolución del Salario Mínimo* [Conjunto de datos]. México, Secretaría del Trabajo y Previsión Social. https://www.gob.mx/conasami/documentos/evolucion-del-salario-minimo?idiom=es

**CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social).** 2020: *Estadísticas de pobreza en Hidalgo* [Conjunto de datos]. México, CONEVAL. https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Hidalgo/Paginas/principal.aspx

**CONEVAL.** 2015: *Pobreza a Nivel Municipio 2015* [Conjunto de datos]. México, CONEVAL. https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Hidalgo/Paginas/pobreza_municipal2015.aspx

**INEGI.** 2020: *Censo de Población y Vivienda 2020* [Conjunto de datos]. Ciudad de México (México), INEGI. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

**INEGI.** 2018b: *Módulo de Hogares y Medio Ambiente (MOHOMA) 2017* [Conjunto de datos]. México, INEGI. https://www.inegi.org.mx/programas/mohoma/2017/

**INEGI.** 2019: *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2019* [Conjunto de datos]. México, INEGI. https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2019/#Tabulados

**REPDA (Registro Público de Derechos de Agua).** 2022: *Títulos y permisos de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes* [Conjunto de datos]. México, CONAGUA. https://app.conagua.gob.mx/ConsultaRepda.aspx

**SINA (Sistema Nacional de Información del Agua).** 2022: *Acuíferos (estatal)* [Conjunto de datos]. México, CONAGUA. http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuiferos&n=estatal

**SMN (Servicio Meteorológico Nacional).** 2021: *Temperatura Media Promedio y Precipitación (mm) por Entidad Federativa y Nacional 2021* [Conjunto de datos]. México, CONAGUA. https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias

**SNIARN (Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales).** 2019: *Grado de presión sobre los recursos hídricos por entidad federativa* [Conjunto de datos]. México, CONAGUA, SEMARNAT. http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_AGUA03_10&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=*&NOMBREANIO=*

**SNIARN.** 2022: *Agua suministrada al día por habitante para consumo humano* [Conjunto de datos]. México, SEMARNAT. http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_AGUA07_06%26IBIC_user=dgeia_mce%26IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREANIO=*&NOMBREENTIDAD=Hidalgo

**SNIEG (Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica).** 2022: *Porcentaje de la población con acceso al servicio de agua entubada, 2015 y 2020* [Conjunto de datos]. México, INEGI https://www.snieg.mx/cni/escenario.aspx?idOrden=1.2&ind=6200011990&gen=672&d=n

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# Towards the development of agricultural insurance in Palestine in considering the challenges of water and land

## *Hacia el desarrollo del seguro agrícola en Palestina teniendo en cuenta los retos del agua y la tierra*

**Thaer Huraini**
University of Granada, Spain
thaerm0@correo.ugr.es
ORCID: 0000-0002-4643-0888

**Información del artículo**
Recibido: 9/03/2023
Revisado: 25/05/2023
Aceptado: 04/08/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.7818

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**ABSTRACT**

The study aimed to analyze the reality of agricultural insurance in Palestine in light of the challenges of water and land. In addition, referring to the technological applications that are used in agricultural insurance. Which contribute to the development of that sector. And used the historical approach based on two important axes: 1 - agricultural lands in the West Bank and Gaza Strip under the practices of the Israeli occupation, 2 - the Palestinian water sector under the Israeli occupation. The study concluded that agricultural insurance in Palestine is in the preliminary stage, due to the inability of insurance companies to bear the losses resulting from the risks of occupation practices, such as the occupation practices in destroying agricultural lands with several unrealistic justifications, as well as controlling and plundering Palestinian water resources.

**KEYWORDS:** Insurance, Agricultural, Water, Palestine.

**RESUMEN**

El estudio tiene como objetivo analizar la realidad del seguro agrícola en Palestina bajo el prisma de la lucha por el agua y la tierra, y las aplicaciones tecnológicas utilizadas en este sector, y utilizó el enfoque histórico basado en dos ejes importantes: 1 - Las tierras agrícolas en Cisjordania y la Franja de Gaza bajo las prácticas de la ocupación israelí, 2 - el sector del agua palestino bajo la ocupación israelí. Señaló que el seguro agrícola en Palestina se encuentra en la etapa preliminar, debido a la incapacidad de las compañías de seguros para asumir las pérdidas derivadas de los riesgos de las prácticas de ocupación, por ejemplo, las prácticas de ocupación en la destrucción de tierras agrícolas con varias justificaciones poco realistas, así como el control y saqueo de los recursos hídricos palestinos.

**PALABRAS CLAVE:** Seguros, Agricultura, Agua, Palestina.

## *Vers le développement de l'assurance agricole en Palestine en tenant compte des défis de l'eau et de la terre*

**RÉSUMÉ**

L'étude visait à analyser la réalité de l'assurance agricole en Palestine sous le prisme de la lutte pour l'eau et la terre et les applications technologiques utilisées dans ce secteur, et a utilisé l'approche historique basée sur deux axes importants : 1 - les terres agricoles en Cisjordanie et dans la bande de Gaza sous les pratiques de l'occupation israélienne, 2 - le secteur de l'eau palestinien sous l'occupation israélienne. A conclu l'étude il a souligné que l'assurance agricole en Palestine est au stade préliminaire, en raison de l'incapacité des compagnies d'assurance à supporter les pertes résultant des risques des pratiques d'occupation, telles que les pratiques d'occupation en détruisant les terres agricoles avec plusieurs justifications irréalistes, ainsiqu'encontrôlant et en pillant les ressources en eau palestiniennes.

**MOTS-CLÉ:** Assurance, Agricole, Eau, Palestine.

## *Para o desenvolvimento do seguro agrícola na Palestina, tendo em conta os desafios da água e da terra*

**RESUMO**

O estudo teve como objetivo analisar a realidade do seguro agrícola na Palestina à luz dos desafios da água e da terra. Além disso, referindo-se aos aplicativos tecnológicos usados no seguro agrícola. Que contribuem para o desenvolvimento desse setor. E utilizou a abordagem histórica com base em dois eixos importantes: 1 - terras agrícolas na Cisjordânia e na Faixa de Gaza sob as práticas da ocupação israelense, 2 - o setor hídrico palestino sob a ocupação israelense. O estudo concluiu que o seguro agrícola na Palestina está em estágio preliminar, devido à incapacidade das seguradoras de arcar com as perdas resultantes dos riscos das práticas de ocupação, como as práticas de ocupação que destroem terras agrícolas com várias justificativas irrealistas, além de controlar e saquear os recursos hídricos palestinos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Seguro, Agrícola, Água, Palestina.

## *Verso lo sviluppo dell'assicurazione agricola in Palestina considerando le sfide dell'acqua e della terra*

**SOMMARIO**

Lo studio si proponeva di analizzare la realtà delle assicurazioni agricole in Palestina alla luce delle sfide legate all'acqua e alla terra. Inoltre, si è fatto riferimento alle applicazioni tecnologiche utilizzate nell'assicurazione agricola. Che contribuiscono allo sviluppo del settore. E ha utilizzato un approccio storico basato su due importanti assi: 1 - i terreni agricoli in Cisgiordania e nella Striscia di Gaza sotto le pratiche dell'occupazione israeliana, 2 - il settore idrico palestinese sotto l'occupazione israeliana. Lo studio ha concluso che l'assicurazione agricola in Palestina è in fase preliminare, a causa dell'incapacità delle compagnie assicurative di sostenere le perdite derivanti dai rischi delle pratiche di occupazione, come le pratiche dell'occupazione di distruggere i terreni agricoli con diverse giustificazioni irrealistiche, nonché di controllare e saccheggiare le risorse idriche palestinesi.

**PAROLE CHIAVE:** Assicurazioni, Agricoltura, Acqua, Palestina.

## Introduction

Palestine is located in southwest Asia on the eastern shore of the Mediterranean Sea. It is border on the east by the Jordan River and the Dead Sea, on the west by the Mediterranean Sea, on the north by Syria and Lebanon, and on the south by Sinai and the Gulf of Aqaba. Palestine has arid climate and very limited water resources. The average annual precipitation in the West Bank is about 450 mm and 400 mm in Gaza. The population prospects of Palestine have increased demand on already low water reserves. In addition to climatic factors, Palestine faces an additional burden of political and economic challenges resulting from the Israeli occupation, which has negatively affected access to and management of water resources[1].

Water quality and quantity issues in Palestine have received the attention of local and international non-profit organizations, academic institutions and international development agencies such as the United Nations and the World Health Organization. These entities contributed significant resources to research and raise awareness about water conditions in Palestine. In its 2009 report, the Israeli human rights organization B'Tselem indicated that the Israeli occupation army destroyed water tanks and other infrastructure in various areas of the West Bank.

Accordingly, the reality of the Palestinian agricultural sector is not much different from the water sector due to the vital role of water in the agricultural sector; in addition to that it faces drought or frost, which are above the will and ability of the Palestinian farmer. All these risks facing the Palestinian agricultural sector necessitate the need to establish agricultural insurance that contributes to mitigating or avoiding the effects of these risks[2]. In this research, we will focus on agricultural insurance in Palestine and discuss the details of the water and agricultural sector in Palestine.

## Brief of the economy of Palestine

We cannot explain the behavior of the Palestinian economy and its indicators without mentioning the political situation and the historical events that the Palestinian people have endured. The Palestinian economic system was fragile and weak due to the consequences of the 1967 war. Low rates of prosperity, low gross domestic product, low family income, low per capita income, high unemployment rates and frequent widening of poverty characterized it. All of them have posed serious challenges to economic development. In 1994, the Paris Economic Protocol concluded between the Palestinian side and the Israeli occupation, with the important goal of "laying the foundation for strengthening the economic base of the Palestinian side and exercising its right to make economic decisions in accordance with its development plan and priorities." The protocol also aims to establish a "sound economic basis" for relations between the two views that the economic field represents "the cornerstone of their mutual relations."

Supporters of the agreement believe that to increase the freedom of the Palestinian market from some of the restrictions of the Israeli occupation. For example, it allowed Palestine to import petroleum products from countries other than Israel, and the Palestinian Authority was granted 75% of tax revenues, as well as exempting from paying any customs or taxes on the aid it receives from the supporting countries in order to develop non-commercial humanitarian projects. On the other hand, opponents of the Paris Protocol believe that Israel's policies have intensified and it has not implemented what was agreed upon. Evidence for this is that the closure policy increased in the mid-1990s and imposed obstacles in front of Palestinian workers, which reduced their contribution to the Palestinian GDP, in addition to the systematic policies in destroying the various sectors of the Palestinian economy[3].

In 2007, the gross domestic product reached $5,505.8 million in 2007, which represents growth of 0.6% compared to 2006, which amounted to $4,910.1 million in 2007. While in 2008 a period of relative calm, private savings increased as foreign aid increased and consumption stabilized. However, the period of conflict years (2003-2005 and post-2008 and beyond), private savings declined. The positive side was the continued flow of foreign aid[4].

The period from 2009 to 2013 was marked by economic stability and prosperity, which the peak being reached in 2011 when the gross domestic product grew by 12.4%. This was largely due to the high growth rate in the Gaza Strip, which reached more than 17%, compared to 5.2% in the West Bank. The main contributing

[1] World Helth Organization, 2015.
[2] Barghouthi, 2009.
[3] Raghad Azzam Injass, 2017.
[4] https://english.wafa.ps.

factors was the increase in international aid and grants for the construction sector in the Gaza Strip, which contributed to the GDP by 29.9%, while the services sector contributed by 30%. The labor force participation rate increased, rising from 41,1% in 2010 to 43.0% in 2011, with the number of workers in the Palestinian Territory reaching 837.000 workers in 2011, up from 744.000 in 2010.

However, the Palestinian political situation continued to affected economic growth until 2019, when the GDP growth rate in Palestine reached 0.9%, down from 1.2% in 2018[5]. In 2020, the unemployment rate in Palestine increased to 27.2%, with the Gaza Strip having a rate of 46.6% and the West Bank 8.16%. Although the unemployment rate decreased slightly from 2019 to 2020, it remained a significant challenge for the Palestinian economy[6].

## Insurance sector in Palestine

The insurance sector is widely recognized as one of the most important contributors to a country's economy, as it provides a safety net for the society's human and material resources. Additionally, the insurance industry fuels economic development by channeling financial investments into societies.

According to reports by the Swiss Sigma Corporation, the insurance sector's activity has grown much faster in developing countries than in developed countries, with significant increases in demand for life insurance and commercial activities that contribute a large percentage to the Gross Domestic Product (GDP) of these countries. The Sigma Foundation's statistics confirm that 96% of the global insurance sector is concentrated in developed countries, primarily due to the large-scale projects and the culture of insurance prevalent in these countries, particularly in the area of life insurance. In contrast, the Middle East region accounted for less than 1% of global insurance premiums in 2015.

Since the Palestinian economy is currently under occupation, it is impossible to discuss it without examining the political events that have affected it. As the insurance sector is a component of the Palestinian economy, we will provide an overview of its historical developments in two phases: before and after the establishment of the Palestinian Authority in 1994.

[5] Palestinian Economic Performance, 2014, 2017, 2019.
[6] United Nations Conference on Trade and Development (UNCTD), 2017.

## The insurance sector before the establishment of the Palestinian Authority in 1994

Insurance activities in Palestine were limited before 1994, making the Palestinian insurance sector a relatively new addition compared to other sectors. During this time, insurance was offer in the West Bank through branches of Jordanian and foreign insurance companies and agents. In the Gaza Strip, branches of Egyptian insurance companies provided insurance. Following the Israeli occupation of 1967, the market remained small until 1975, with insurance companies serving as branches of Israeli companies or agencies of foreign companies.

In 1975, the Arabia Insurance Company was established with a capital of $1 million. However, it faced competition from Israeli insurance companies and some foreign insurance company agencies, and this continued until the outbreak of the first intifada in 1987. The intifada forced Israeli insurance companies to withdraw from the market, leaving the Arab Insurance Company as the sole provider. This monopoly ended in 1993 with the establishment of two new insurance companies: Al-Mashreq Insurance Company (MIC) and National Insurance Company (NIC).

## The insurance sector after the establishment of the Palestinian Authority in 1994

In 1993, the Palestinian National Authority began regulating the insurance industry and expanded its scope of responsibility to include the sector in 1994. In accordance with the Powers Transfer Agreement, the Authority became the legally authorized and supervisory body for insurance, including licensing insurers and agents, and supervising their activities. After the Palestinian Authority acquired the insurance sector through the Ministry of Finance, it allowed several Arab and foreign insurance companies to operate in Palestine. The number of registered companies reached nine, as recognized by the Ministry of Finance[7].

Despite significant development, the insurance sector suffered from the absence of legislation and governmental supervision for a long time, leading to chaos and weak insurance confidence. However, in 2004, the Palestinian Capital Market Authority (PCMA) was

[7] Palestine Monetary Authority (PMA), 2016.

established as the legal official institution to supervise, regulate, and control the sector. The issuance of Insurance Law No. 20 of 2005 helped reorganize the insurance sector, and the PCMA has since set detailed policies to develop the industry, prepare necessary regulations, and provide a suitable environment for its growth. In coordination with concerned authorities, the PCMA is working continuously to ensure the development and organization of the insurance sector, promote public benefit for the general economic activity in Palestine, and raise insurance awareness among society.

## The technological innovation in agricultural insurance

In the 21st century, information technology has become the backbone of every industry, especially service industries around the world. One of the most important service industries is the insurance sector. However, the insurance sector has been slower in adopting digital transformation in its activities compared to other sectors, including adopting customer-centric experience design and integrating its offerings into people's daily lives and the daily operations of institutions. With compressed margins, slowing growth, new competition, the impact of the COVID-19 pandemic, and the erosion of traditional manufacturing forces, change is becoming imperative for computerizing the insurance sector[8].

Advances in science and technology have been beneficial to agriculture, making it more profitable while ensuring sustainability. Technology has also eased the burden on farmers by allowing complex mechanisms to perform most of the functions that would normally be done manually. This means that technology has created better ways to manage soil, water, nutrients, and pesticides while increasing food production and not compromising the environment and human safety[9].

## Technological applications in agriculture

The Global Positioning System is applicable for mapping and routing tasks, and allows for remote monitoring of farms, gates, livestock, equipment/machinery, automatic filling of feed and water troughs, and more.

Blockchain, the most important feature of blockchain is its ability to maintain consistent visibility and correspondence between users. Blockchain has various applications in cryptocurrencies and is crucial in agricultural production in the supply chain sector. There is a close relationship between agriculture and the food supply chain, as the final products produced in agriculture are used as inputs in the supply chain that reaches consumers. Blockchain technology is used to solve real-world problems in agricultural supply chains by tracking certified organic products from soil to table and by entering more data, such as soil, water and produce analytics.

Robotics, robots are increasingly used for various farm jobs, including milking animals. The European Parliament Research Service predicted in 2016 that around 50% of the European cattle herd can be milked by robots by 2025. Note that these are only theoretical implications and that practical applications of automated systems led to the invention of robots. They are designed to take on autonomous or semi-autonomous intelligent roles and come in different sizes and shapes depending on their intended use. Robots are particularly relevant in agriculture, especially in the field of smart farming, as they can work autonomously when integrated with sensors. They can analyze the situation and make decisions, and data from the sensors can improve their decision-making capabilities. Apart from milking livestock, robots can also help remove manure, clean barns, fence fields, and automate agricultural tasks from plowing to harvesting.

The Internet of Things (IoT) has significantly affected human life and work by connecting objects to the Internet, opening up new horizons for the agricultural sector to adopt this technology. In 2010, there were 12.5 billion networked devices. These devices, many of which are equipped with sensors and automatic activation features, can be easily installed and worn anywhere on the body, including plates and leisure activities. They can transfer large volumes of data to their vendors or third parties for real-time analysis or automatically trigger reactions or services. As a result, traditional business and working models in multiple sectors are already being disrupted. The IoT can also enable proper tracking of agricultural products from the farm to the final consumers.

Artificial Intelligence (AI), synthetic intelligence enables software to exhibit human-like intelligence, including studying, planning, reasoning, trouble-fixing, and decision-making AI is quickly turning into more

[8] Abizer Rangwala, 2020.
[9] Fomunyam, Emerging Technologies in Agricultural Engenering, 2019.

and more gifted at appearing duties that have historically been tough for computers to execute, which include spotting photos, figuring out spoken phrase, and using unstructured, or unlabeled, statistics. even as presently similarly along its development cycle than blockchain. AI can be applied in general crop management and its operation is critical in pest management, disease management, agricultural produce monitoring and storage control, soil and irrigation management, weed management, and crop forecasting[10].

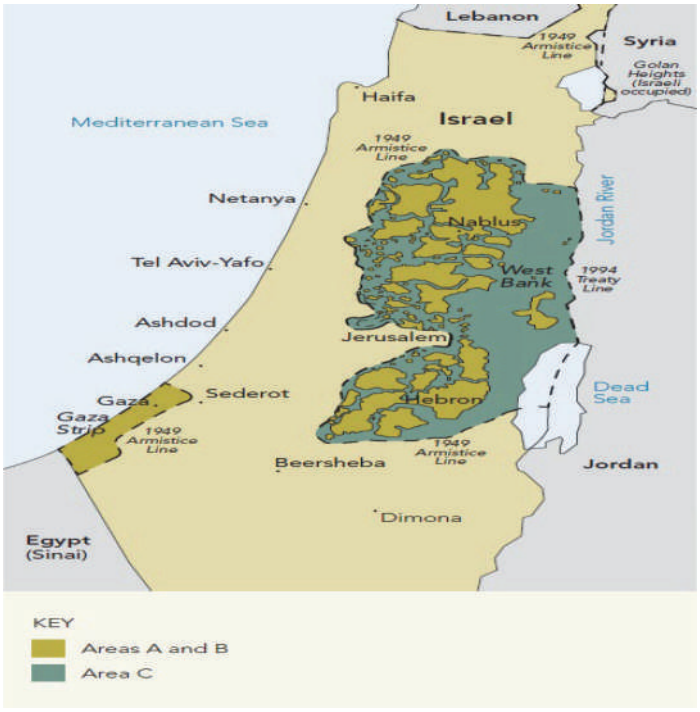
Smart farming has emerged as a necessary response to the differences in environmental conditions required for optimal crop cultivation, leading to the adoption of new methods for precision agriculture. While other planting methods exist, they do not fully address the need to account for spatial and temporal variations. Precision agriculture achieves this by utilizing intelligent machines to apply inputs in an efficient manner. As a result, compact, small, and smart machines have been developed to reduce waste, improve environmental compatibility, and enhance food sustainability.

## A brief of agricultural in Palestine

In 2021, the total cultivated area in Palestine reached 321,096.1 dunums, with approximately 979,752 dunums (89.4%) located in the West Bank and 569,116 dunums (10.6%) in the Gaza Strip. These figures represent the total agricultural area of Palestine[11]. The Israeli occupation exerts full control over most of the Palestinian territories, with 62.9% of the West Bank classified as Area C according to the Oslo Accords. Only 18.8% of the West Bank falls under Area B, which is under joint Israeli-Palestinian administrative and security control, while just 18.3% is classified as Area A, the only region under full Palestinian control. As the following map shows (figure 1):

Rain-fed agriculture predominates in Palestine, accounting for approximately 81% of the total area of land used for agriculture, with irrigated areas comprising approximately 19% of agricultural land. The irrigated areas are mainly located in the governorates of the Gaza Strip and the Jordan Valley, as well as in

Figure 1. Map of Palestine according to the Oslo Accords in 1994




Source: United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA), "The West Bank including East Jerusalem and the Gaza Strip.

[10] Fomunyam, Emerging Technologies in Agricultural Engineering, 2019.

[11] Palestinian Central Bureau of Statistics, 2023a.

the semi-coastal regions of the West Bank[12]. The Israeli occupation imposes obstacles and restrictions on the movement of goods and people, land confiscation, wall construction, water and resource confiscation, and settler violations. These restrictions have a detrimental impact on agricultural investments and economic activities in Palestine. Palestinians have no control over more than 63% of their land (Area C) and no more than 80% of their water resources in the West Bank. In the Gaza Strip, the Israeli occupation has led to a reduction of agricultural land and contributed to the destruction of large areas of farmland during the last three wars in 2009, 2012, and 2014. This has further weakened the already fragile agricultural infrastructure and caused farmers to suffer for prolonged periods. Additionally, the limited availability of agricultural resources, drinking water, and cultivated areas exacerbates the challenges faced by Palestinians in Gaza. It is important to note that the Gaza Strip is one of the most densely populated areas in the world, with two million people residing in an area of 365 square kilometers[13].

Regarding the economic aspect of the Palestinian agricultural sector, the value of agricultural production in 2019 at constant prices reached $1.0915 billion, which represents an increase of $500 million compared to 2015. The benefit of the agricultural sector in Palestine was $339.1 million in 2012, accounting for 4.6% of the gross domestic product at that time. However, this contribution decreased to 3.8% in 2014, with the benefit of the agricultural sector amounting to $286.4 million despite its contribution of 8.2% to the GDP in 2000. In the early 1970s, the value of agricultural imports and exports was equal, ranging between $20-30 million. However, by 2014, annual agricultural imports had significantly exceeded exports, with total agricultural imports amounting to approximately $212 million, while agricultural exports amounted to $67 million, which represents nearly 7% of total exports.

The percentage of the agricultural sector's contribution to the gross domestic product decreased to approximately 13% in 2020, compared to 17.3% in 2019. Agriculture still provides employment for more than 10% of the labor force in the Palestinian territories, which serves as a primary and secondary source of income for many Palestinians, as agriculture heavily relies on family labor. It is a safety net for employment and an indispensable source of food in difficult times. In recent times, Palestinian agricultural activity has contributed 7% to the GDP. The value of Palestinian agricultural commodity exports constituted 11.25% of the total value of exports in 2018[14].

## Water sector in Palestine

The water sector has been important for the emergence and advancement of civilizations since ancient times. This is because water attracts individuals and groups, paving the way for the establishment of society and the development of its foundations through the establishment of population centers near natural water resources. Human needs for water extend beyond personal use, encompassing areas such as transportation, agriculture, industry, animal husbandry, and others. As a historically agricultural country, Palestine has also paid significant attention to the water sector[15].

## Water resources in Palestine

There are two important sources of water in Palestine:

### • Groundwater

Groundwater (GW) is the primary source of water in Palestine, obtained from wells or springs. The total available quantity of groundwater is estimated to be 100 million $m^3$/year in the West Bank and 189 million $m^3$/year in the Gaza Strip, with a part of the Coastal Aquifer present in the Gaza Strip. GW accounts for 95% of the water supply in Palestine, while precipitation is the primary source of groundwater and surface water resources in the occupied Palestinian territories. The precipitation in the occupied Palestinian territories shows significant spatial and temporal variability, with the average annual precipitation being 450 mm/yr in the West Bank and 327 mm/yr in the Gaza Strip. Groundwater is formed in three major drainage aquifers: the Western, the Northeastern, and the Eastern Aquifers.

Western Aquifer Basin: The Western Aquifer Basin is the largest aquifer in the West Bank and has a

[12] The State of Palestine, Ministry of Agriculture, Nov.2016.
[13] United Nations, 2022.
[14] Palestinian Central Bureau of Statistics, 2019.
[15] Añaños Bedriñana, Ruiz Carnero y Rodríguez Martín, 2023.

sustained production of between 362 and 400 MCM per year. However, Israel extensively exploits the basin, occupying approximately 340 to 430 MCM per annum and sometimes exceeding 520 MCM per annum, while in 2012, Palestinians consumed only 28 MCM through wells. The Northeast Aquifer Basin has most of its recharge area located in the West Bank and has an annual sustainable production of 100-145 MCM. However, Israel uses the aquifer at a rate of 103 MCM per year, while Palestinians used about 23 MCM per year of water from wells and springs in the basin in 2012.

The Eastern Aquifer's entire recharge area is in the West Bank, giving Palestinians the right to control the water without sharing it with Israel. However, Israel still uses approximately 50 million cubic meters of water in the aquifer, in addition to 100 MCM per year from Dead Sea springs under Israeli control, despite Palestinian claims to the contrary.

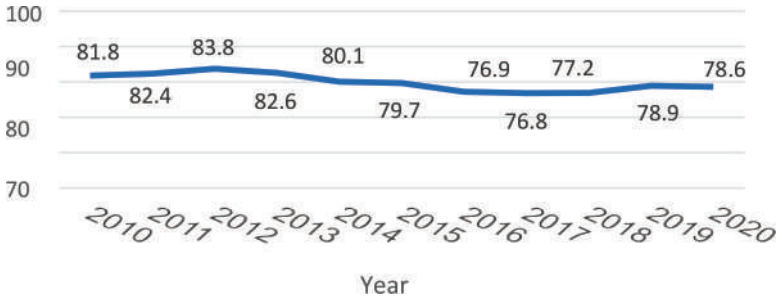
Gaza Coastal Aquifer is the only source of water in the Gaza Strip. The aquifer is extremely limited in volume, with annual recharge of 55-60 MCM. In 2012, Palestinians in the Gaza Strip consumed about 185 MCM. Excessive pumping has lowered the water table below sea level, causing saline intrusion in many areas. Only about 53 MCM of well and spring water were used in 2012. Estimated sustainable yield for the basin is between 145 and 185 MCM.

According to the Palestinian Central Bureau of Statistics, 79% of the available water is taken from groundwater data, which showed that the percentage of surface and groundwater exploitation from the available water during 2020 was high, with an average of 79% (Figure 2).

On the other hand, the amount of water pumped from Palestinian wells in the West Bank in 2020 amounted to 108.8 million cubic meters from the eastern aquifer, the western aquifer, and the northeastern aquifer.

**Surface Water:** The Surface water resources in historical Palestine are concentrated in the northern and central parts of the region, gradually decreasing as we move towards the south, where they are almost non-existent. These water sources discharge in three main directions: towards the Mediterranean Sea, towards the Jordan Valley and the Dead Sea, and towards Wadi Araba and the Gulf of Aqaba, as well as other directions. The most important sources of surface water in historical Palestine are the Jordan River and its tributaries, Lake Tiberias, Lake Hula, and the main streams of the valleys. The quantity of water flowing into the Lower Jordan River and discharging into the Dead Sea was estimated to be 1400 MCM/y[16], but this amount has dramatically decreased over the past six decades and is presently no more than 30 MCM/y. However, due to the Oslo Accords of 1994, the Palestinians are not entitled to benefit from the waters of the Jordan River[17]. In the West Bank, a total of 383 Palestinian wells are connected to groundwater systems, but 119 of these are either not pumping, abandoned, or in need of remediation. As of 2012, the total volume of water withdrawn from wells was approximately 64 million cubic meters (MCM) per year, of which 36 MCM was for domestic use and 28 MCM was for agricultural use. In Gaza, the total amount extracted in the same year was about 185 MCM, of which about 102 MCM was used for municipal and domestic use, while 83 MCM was used for agriculture.

Figure 2. Percentage of extracted surface and groundwater from available water, 2010-2020




Source: Palestinian Central Bureau of Statistics, 2023b.

[16] Palestinian Water Authority, 2017.
[17] Palestinian Water Authority, 2012.

It should be noted that there are 39 Israeli wells, with an average annual extraction of about 54 million cubic meters. Israel uses more than 500 wells within the Green Line (mainly in the Western Basin). These wells extract more than the annual recharge rate of all aquifers, leaving very limited quantities for Palestinian use[18].

### • Non-traditional water sources

The Water Authority has implemented methods to bridge the gap between water supply and demand due to the increased demand for water resources and the Israeli occupation policy. These methods include:

Desalinated water: Currently, there is only one desalination plant in the central Gaza Strip with a capacity of 600 m3/day. However, there are plans to expand the plant's capacity to 2,600 m3/day and build a regional seawater desalination plant with an annual capacity of 1 million $m^3$, which will reach 129 m3 per year by 2035. There are also small-capacity private desalination plants in the Gaza Strip Treated wastewater reuse: There is limited activity in the Gaza Strip and the West Bank to reuse treated wastewater, with only pilot projects in some areas. The total amount of sewage reuse is about 1 million cubic meters per year in the Gaza Strip.

## The reality of water sector under Israeli occupation shadow

One of the main consequences of the 1967 occupation was Israel's annexation of much of the headwaters of the Jordan River where a water pump was installed in Lake Kinneret (the source of the Dead Sea). Pumping annually 400 million cubic meters of water, in addition to the installation of an Israeli national carrier that transports water (80% for agriculture, 20% for drinking) from northern to southern Israel[19], resulting in the loss of a large amount of available water supplies for Jordan. The main problem regarding international water resources in the region has been Israel's strict policy of restricting water allocation in the West Bank and Gaza Strip, thus depriving the Palestinians of adequate water. About 40% of the groundwater that the State of Israel relies on and more than a quarter of its annual sustainable water production originate in the West Bank. Israel has developed the water resources it has access to and has established a national water company, Mekorot. Which transports water from existing sources of supply to various demand centers for Israeli agricultural, municipal, and industrial customers.After the end of the 1967 war, Israel tightened its grip on water resources, developed wells throughout the West Bank, and established the Mekorot MEMS network, which contributed to the abolition of the Palestinians' water rights in the West Bank. The amount of water provided by Mekorotto the settlements is unofficially estimated at about 75 million cubic meters, of which 44 million cubic meters are produced from controlled wells[20].

About 11 percent of the Jordan River Basin is located in the West Bank. In the Unified Jordan Valley Water Plan of 1955, the annual Palestinian quota of 257 MCM was considered part of the 774 MCM of the Jordanian quota. Since 1967, areas along the western side of the river have been expropriated and declared military security zones. Prior to the 1967 occupation, Palestinian farmers owned about 150 pumps in the Jordan River, pumping about 30 million cubic meters annually. The occupying power has destroyed many of these pumps[21].

As a result, of Israel's control over most of the Palestinian water resources in the West Bank and Gaza Strip, the Palestinian water deficit and need have increased. To address this need, the water supply in the Palestinian territories is largely determined by agreements negotiated with Israel for groundwater extraction (internal resources) and water imports. In 2016, the Palestinians purchased about 79 cubic meters of water from the Israeli occupation and, within the framework of the sea transportation project between the Red and Dead Sea, agreed to obtain an additional 32 cubic meters, with an additional 34 cubic meters requested. If these deals are agreed upon and implemented, the Palestinians will buy about 145 cubic meters from Mekorot. The Israeli bulk water supply company. According to the Israeli Water Authority, the share of the Palestinian Authority and the State of Jordan constitutes 6% of the volume of total water consumption in Israel, which amounted to more than 2.340 million cubic meters in 2016[22].

In the West Bank, the total arrears from the cost of purchasing water from Mekorot in 2017 amounted to about 335 million US dollars. In 2016, the Israeli Finance Minister deducted US$94 million from clearing

[18] World Helth Organization, 2015.
[19] The Knesset Research Israel center, 2018.
[20] The World Bank, April 2009, Daibes-Murad1, 2004.
[21] United Nations Conference on Trade and Development 2015.
[22] The Israeli Water Authority, 2012.

Table 1. Selected Indicators for Water Statistics in Palestine, 2010-2020

| Indicator | Year | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2020 | 2019 | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | 2011 | 2010 |
| Annual Available Water Quantity | 448.4 | 417.9 | 389.5 | 375.2 | 363.6 | 365.3 | 342.7 | 365.7 | 349.2 | 323.9 | 331.1 |
| Annual Pumped Quantity from Groundwater Wells | 299.1 | 289.0 | 274.2 | 264.5 | 251.6 | 250.5 | 246.3 | 262.9 | 253.3 | 245.5 | 244.0 |
| Annual Discharge of Springs Water | 53.3 | 40.6 | 25.5 | 23.5 | 29.0 | 40.7 | 28.2 | 39.5 | 39.3 | 21.4 | 26.8 |
| Quantity of Water Supply for Domestic Sector | 232.6 | 227.3 | 214.0 | 213.2 | 210.2 | 214.9 | 191.3 | 198.4 | 199.9 | 185.5 | 178 |
| Daily Consumption Rate per capita (liter/capita/day) | 84.2 | 81.9 | 87.3 | 88.3 | 83.0 | 82.2 | 79.3 | 79.1 | 77.0 | - | - |
| Desalinated Drinking Water) | 5.7 | 4.1 | 4.1 | 4.0 | 3.9 | 3.9 | 4.7 | - | - | - | - |
| Annual Quantity of Water Purchased from Israeli Water Company (Mekorot) | 90.3 | 84.2 | 85.7 | 83.2 | 79.1 | 70.2 | 63.5 | 63.3 | 56.6 | 57.0 | 60.3 |

Source: Palestinian Central Bureau of Statistics, 2023c.

revenues owed to the Palestinian Authority for unpaid Mekorot water and wastewater treatment bills. In 2017, the deductible increased by 10 percent[23].

Article 40 of the Oslo II Accords contains provisions on water and sanitation, recognizing the unspecified water rights of the Palestinians and returning some water resources and supply responsibilities in the West Bank to the Palestinian Authority, including the following:

1. Laying down the basics of governance and supervising its implementation.
2. Allocating specific quantities from the three aquifers in the West Bank located under both regions, noting that the share allocated to the Palestinian West Bank is about a quarter of the amount allocated to Israel and the settlements.
3. Estimated future needs for the Palestinian West Bank at 70-80 MCM.
4. Additional supplies in the meantime from new wells and from Mekorot.

Israel continues to implement policies and practices that appropriate and control Palestinian water resources, resulting in an unequal and discriminatory distribution of water resources. These policies benefit Israeli citizens living in Israel and those living in West Bank settlements, while preventing Palestinians from accessing and developing resources, thus undermining their right to self-determination. These efforts are enforced by Israeli military orders that transfer power over water resources and management to the occupation authorities (table 1).

Upon examining the table above, it can be observed that the daily per capita water consumption increased from 77 to 84 liters per person per day between 2012 and 2020. However, due to water scarcity and Israeli restrictions on access to resources, Palestinians are forced to purchase 20% of their available water from Israel's Mekorot Water Company. In 2020, they bought 90.3 MCM of water, which accounts for 20% of Palestine's water availability (448.4 MCM). Additionally, 53.3 MCM of water was taken from Palestinian water sources, 299.1 MCM was extracted from groundwater wells, and 5.7 MCM of desalinated water was obtained, making up 1% of the water supply. In the Gaza Strip, 201.8 MCM of water is contaminated and not suitable for drinking, while only 246.6 MCM of water is fit for domestic use, including purchased and desalinated water.

## Agricultural insurance in Palestine

The agricultural sector in Palestine faces damages because of a wide range of risks, which can be classified into two categories. The first category includes political and institutional risks, while the second category includes market and production risks.

The main source of political and institutional risks is the Israeli occupation, with a focus on Area

[23] World Bank, 2017.

C, which includes restrictions on the movement of goods and people, land confiscation, wall construction, appropriation of water and resources, settler violations, and restrictions on agricultural investments and economic activities. Palestinians have no control over more than 63% of their land (called Area C) and no more than 80% of their water resources in the West Bank. In the Gaza Strip, Palestinians are still suffering from the repercussions of the last three wars against them in 2009, 2012, and 2014, which devastated large swathes of agricultural land, damaged the already weak agricultural infrastructure, and left farmers and all citizens of the Gaza Strip in a crisis. In addition, limited agricultural resources and drinking water, as well as the limited cultivated areas in the Gaza Strip, exacerbate the situation. The Gaza Strip has the potential to have the highest population density in the world, with two million people living in 365 square kilometers.

Market risks mainly consist of exposure to price volatility and inability to access outlet markets due to trade restrictions. Production risks include climatic events, drought, floods, low and high temperatures, as well as pests and diseases that affect the production activities of livestock and agricultural crops[24].

From the foregoing, we note that any insurance company cannot cover the political risks that involve the practices of the occupation because they are risks that cannot be predicted. In addition, they destroy the various factors of agricultural production, the most important of which are land and water. As for market risks, diseases, and temperature changes, they can be mitigated or avoided by improving technology.

Despite the obstacles that prevent the establishment of agricultural insurance companies, there are attempts by the Palestinian Authority and international organizations that have resulted in the establishment of the Risk Prevention and Agricultural Insurance Fund. This fund deals with the risks faced by Palestinian farmers, including risks from the Israeli occupation such as land confiscation and water resource scarcity, by compensating them. In addition, the fund performs the following functions in order to develop agricultural insurance in Palestine:

1. The fund has set up a range of projects that aim to gather everything related to agricultural risk management, disaster risk reduction, and agricultural insurance.
2. It brings Arab and foreign expertise in the fields of agricultural insurance, dispatches local staff for external training, and builds the fund's capabilities in technological applications in agricultural insurance.
3. The fund develops a system for agricultural insurance that regulates all aspects related to agricultural insurance and takes into account the characteristics of the Palestinian agricultural sector and what is compatible with it.
4. The fund creates an investment environment that supports the development of successful agricultural insurance through the participation of the government in bearing the burdens of insurance through the role of the fund and the establishment of companies or branches of companies specialized in agricultural insurance[25].

## Conclusion

Agricultural insurance in Palestine faces several obstacles that have prevented its development and resolution until now, including the lack of administrative, organizational, technological, and technical capabilities. Additionally, the agricultural insurance companies in Palestine cannot bear or expect the risks involved, particularly due to the practices of the occupation, which involve the destruction of two essential elements of the agricultural sector: land and water. Israeli restrictions prevent Palestinians from utilizing more than one-third of the area in the West Bank. Furthermore, the Israeli occupation contributed to the reduction of Palestinian water resources by controlling various springs and classifying them as lands (c, according to the 1994 Paris Agreement). Additionally, it restricts the freedom of Palestinians to dig underground wells by obliging them to reach only a specific depth available to them.

Agricultural insurance in Palestine faces several obstacles that have contributed to preventing its development and getting out of the bottleneck until this moment, including the lack of administrative, organizational, technological and technical capabilities, in addition to the great danger that agricultural insurance companies in Palestine cannot undertake. It bears or expects, especially because of the practices of the

[24] European Commission, 2020.

[25] https://gatepadrrif.com/, 2023.

occupation through the destruction of two of the most important elements of the agricultural sector (land, water). Israeli restrictions prevent Palestinians from exploiting more. One-third of the area of the West Bank. On the other hand, the Israeli occupation contributed to the reduction of Palestinian water resources by controlling various springs and classifying them as lands (c, according to the 1994 Paris Agreement), in addition to restricting the freedom of Palestinians to dig underground wells by obliging them to the depth available to them.

## Bibliography

**Añaños Bedriñana, K.G.; Ruiz Carnero, M. and Rodríguez Martín, K. A.** 2023: El derecho humano al agua en la Franja de Gaza (Palestina), desde una perspectiva de género y en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Agua y Territorio / Water and Landscape* (21), 53-68. https://doi.org/10.17561/AT.21.6503

**Barghouthi, A.H.M.** 2009: Agricultural Insurance in Palestine: Current Conditions and Recommendations. Jerusalem. (Palestine), Palestine Economic Policy Research Institute.

**Daibe-Murad, F.** 2004: Water Resources in Palestine A Fact Sheet and Basic Analysis of the Legal Status. Untitled Document (miftah.org). Seen the 25th of January, 2023.

**European Commission.** 2020: Project Title: Building the Palestinian Agricultural Insurance Systems and Services. Building_the_Palestinian_Agricultural_Insurance_Systems_and_Services.pdf (bmeia.gv.at). Seen the 26-1-2023.

**Fomunyam, D.K.** 2019: "Emerging Technologies in Agriculture Engineering". Internacional Journal of Mechanical Engineering and Technology, 10, 07, 127-128. http://iaeme.com/Home/issue/IJMET?Volume=10&Issue=7

**Knesset Research Israel Center.** 2018, February 25: Israeli Water Sector. Israel's Water Sector—Key Issues (knesset.gov.il). Seen the 10th of April 2023.

**Coalition for Integrity and Accountability (AMAN).** 2019: Integrity Environment in the Palestinian Agricultural Risk Reduction and Insurance Fund – Ramallah, Palestine. pad-final-1578924308.pdf (aman-palestine.org). Seen the 3th of January, 2023.

**Palestinian Central Bureau of Statistics.** 2015: *Performance of the Palestinian Economy, 2014*. Ramallah – Palestine.

**Palestinian Central Bureau of Statistics.** 2015: *Performance of the Palestinian Economy, 2017*. Ramallah – Palestine.

**Palestinian Central Bureau of Statistics.** 2015: *Performance of the Palestinian Economy, 2019*. Ramallah – Palestine.

**Palestinian Central Bureau of Statistics.** 2019.

**Palestinian Central Bureau of Statistics.** 2023a: Agricultural census. Agriculture Census (pcbs.gov.ps). Seen the 10th of January, 2023.

**Palestinian Central Bureau of Statistics.** 2023b: Evaluating report 2019, 2022. PCBS | videos. Seen the 11th of January 2023.

**Palestinian Central Bureau of Statistics.** 2023c: The performance of the Palestinian economy 2020. PCBS | PCBS &PMA: The Performance of the Palestinian economy during 2020, as well as the economic forecasts for the year 2021. Seen the 12th of January 2023.

**Palestinian Monetary Authority.** 2016: Summary Palestine in Inclusion Financial of Study.

**Palestinian Water Authority.** 2012: Status Report of water resources in the occupied state of Palestine. Annual caver final (pwa.ps).

**Palestinian Water Authority.** 2017: Water resources in Palestine.

**Raghad Azzam Injass, T. S.** 2017: The Paris Protocol and the Palestinian Economy: New Evidence. South East Asia Journal of Contemporary Business, Economics and Law, 12, 3, 18-24. ECON-301.pdf (seajbel.com)

**Sigma.** 2020: World Insurance: Regional review 2019, and outlook 2020: Sigma extra. 4,2020. sigma-4-2020-extra-complete.pdf (swissre.com). Seen the 5th of January 2023.

**The Israeli Water Authority.** 2012: The Water Issue Between Israel and the Palestinians. The_Water_Issue_Between_Israel_and_the_Palestinians [\356\366\341 \372\340\351\356\345\372]) (www.gov.il). Seen the 25th of April 2023.

**Technology Vision for insurance.** 2020: Executive Summary. Accenture. Abizer Rangwala, A. S. 2020: Technology vision for insurance. Seen the 24th of January, 2023.

**State of Palestine, Ministry of Agriculture.** 2016: National Agricultural Sector Strategy (2017-2022). English Strategy 2017-2022.pdf (unccd.int). Seen the 9th of January 2023.

**United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD).** 2017: Developments in the Economy of the Occupied Palestinian Territory. Report on UNCTAD Assistance to the Palestinian People: Developments in the Economy of the Occupied Palestinian Territory. Seen the 9th of January 2023.

**United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD).** 2015: The Besieged Palestinian Agricultural Sector. The Besieged Palestinian Agricultural Sector. Seen the 8th of January 2023.

**United Nations.** 2022: Report on UNCTAD assistance to the Palestinian people: Developments in the economy of the Occupied Palestinian Territory. Report on UNCTAD assistance to the Palestinian people: Developments in the economy of the Occupied Palestinian Territory. Seen the 7th of January 2023.

**World Bank.** 2009: Assessment of Restrictions on Palestinian Water Development. Water Restrictions Report 18Apr2009 coverless.docx (un.org) Seen the 6th of January.

**World Bank.** 2017: Securing Water for Development in west bank and Gaza strip. Securing Water for Development in West Bank and Gaza (worldbank.org). Seen the 6th of January.

**World Health Organization.** 2015: Water Scarcity and Health Concerns in Palestine. Microsoft Word - Water scarcity and health in Palestine_Final.doc (pniph.org). Seen the 5th of January 2023.

Miscelánea

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# Qualidade das águas, uso e cobertura da terra: subsídios para a gestão de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Pindaré, Maranhão – Brasil

## *Water quality, land use and land cover: subsidies for water resources management in the Pindaré river watershed, Maranhão - Brazil*

**Rafael Brugnolli Medeiros**
Universidade Federal da Grande Dourados
Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil
rafael_bmedeiros@hotmail.com
ORCID: 0000-0003-0419-655X

**Luiz Carlos Araujo dos Santos**
Universidade Estadual do Maranhão
São Luís, Maranhão, Brasil
luizcarlos.uema@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5713-0269

**Información del artículo**
**Recibido:** 4/04/2023
**Revisado:** 11/09/2023
**Aceptado:** 21/11/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.7864

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMO**

No presente estudo serão suscitadas discussões voltadas à qualidade das águas superficiais, através de uma análise da bacia hidrográfica do rio Pindaré, localizada na Amazônia maranhense. Para tanto, foram avaliados dados de qualidade de água ao longo de 13 pontos de coleta e sua correlação ao uso da terra. As águas apresentaram condições aceitáveis nos parâmetros aferidos, com exceção de alguns pontos que mostraram alta turbidez, considerável condutividade e diminuição do oxigênio dissolvido em áreas localizadas contíguas a centros urbanos, nas quais há um aumento no despejo de resíduos sólidos e esgotos *in natura* lançados no manancial. Nesta investigação são propostas discussões para melhoria e/ou manutenção da qualidade das águas, identificando os principais usos diante do contato primário e secundário com a população.

**PALAVRAS-CHAVE**: Qualidade das Águas, Amazônia, Bacia Hidrográfica, Recursos Hídricos.

**ABSTRACT**

This study will discuss surface water quality through an analysis of the Pindaré river basin, located in the Amazon region of Maranhão. To this end, water quality data was assessed at 13 collection points and correlated with land use. The water showed acceptable conditions in the parameters measured, with the exception of some points which showed high turbidity, considerable conductivity and a decrease in dissolved oxygen in areas located adjacent to urban centers, where there is an increase in the dumping of solid waste and in natura sewage into the spring. This research proposes discussions for improving and/or maintaining water quality, identifying the main uses in the face of primary and secondary contact with the population.

**KEYWORDS:** Water Quality, Amazon, Watershed, Water Resources.

## *Calidad de las aguas, uso y cobertura de la tierra: subsidios para la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del río Pindaré, Maranhão - Brasil*

**RESUMEN**

En este estudio se abordará la calidad de las aguas superficiales mediante el análisis de la cuenca del río Pindaré, situado en la región amazónica de Maranhão. Para ello, se analizaron los datos de calidad del agua en 13 puntos de captación y se correlacionaron con el uso del suelo. El agua presentó condiciones aceptables en los parámetros medidos, con excepción de algunos puntos que presentaron turbidez elevada, conductividad considerable y disminución del oxígeno disuelto en las áreas adyacentes a los centros urbanos, donde hay un aumento del vertido de residuos sólidos y de aguas residuales naturales en el manantial. Esta investigación propone discusiones para mejorar y/o mantener la calidad del agua, identificando los principales usos frente al contacto primario y secundario con la población.

**PALABRAS CLAVE:** Calidad del agua, Amazonia, Cuenca hidrográfica, Recursos hídricos.

## *Qualité de l'eau, utilisation des terres et coverture des terres: subventions pour la gestion des ressources en eau dans le bassin du fleuve Pindaré, Maranhão - Brésil*

**RÉSUMÉ**

Cette étude aborde la qualité des eaux de surface en analysant le bassin du fleuve Pindaré, situé dans la région amazonienne du Maranhão. À cette fin, les données relatives à la qualité de l'eau ont été analysées en 13 points de collecte et mises en corrélation avec l'utilisation des terres. L'eau a montré des conditions acceptables pour les paramètres mesurés, à l'exception de certains points qui ont montré une turbidité élevée, une conductivité considérable et une diminution de l'oxygène dissous dans les zones situées à proximité des centres urbains, où il y a une augmentation du déversement des déchets solides et des eaux usées in natura dans la source. Cette recherche propose des discussions pour améliorer et/ou maintenir la qualité de l'eau, en identifiant les principaux usages face au contact primaire et secondaire avec la population.

**MOTS-CLÉ:** Qualité de l'eau, Amazonie, Bassin fluvial, Ressources en eau.

## *Qualità dell'acqua, uso del territorio e copertura del territorio: sussidi per la gestione delle risorse idriche nel bacino del fiume Pindaré, Maranhão - Brasile*

**SOMMARIO**

Questo studio tratterà la qualità delle acque superficiali analizzando nel bacino del fiume Pindaré, situato nella regione amazzonica del Maranhão. A tal fine, sono stati analizzati i dati sulla qualità dell'acqua in 13 punti di raccolta e sono stati messi in relazione con l'uso del suolo. L'acqua ha mostrato condizioni accettabili nei parametri misurati, ad eccezione di alcuni punti che hanno mostrato un'elevata torbidità, una notevole conducibilità e una diminuzione dell'ossigeno disciolto nelle aree adiacenti ai centri urbani, dove si registra un aumento dello scarico di rifiuti solidi e di acque reflue naturali nella sorgente. Questa ricerca propone discussioni per migliorare e/o mantenere la qualità dell'acqua, identificando gli usi principali a fronte del contatto primario e secondario con la popolazione.

**PAROLE CHIAVE:** Qualità dell'acqua, Amazzonia, Bacino fluviale, Risorse idriche.

## Introdução

Os recursos hídricos são elementos basilares para o desenvolvimento social, econômico e cultural, mas seu dinamismo e complexidade são notoriamente relegados a segundo plano, visto que o modelo econômico vigente na Amazônia e no estado do Maranhão vincula-se ao avanço das monoculturas de soja e de eucalipto e à pecuária. Compreender essa relação e seus impactos em parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas é papel da limnologia, essencial no processo de análise e diagnóstico ambiental em bacias hidrográficas.

Segundo Antonio Cezar Leal:

> "as águas podem constituir recursos limitantes ou indutores do processo desenvolvimento econômicas social de determinada área e sua gestão pode interferir no uso e ocupação do solo. Assim, se as intervenções antrópicas na bacia hidrográfica têm influência direta na disponibilidade e qualidade de água, de maneira semelhante à gestão de recursos hídricos afeta os usos da água e, consequentemente, interfere nos usos do solo na bacia hidrográfica, como, por exemplo, com a implementação dos instrumentos de gestão e enquadramento dos corpos d'água, planos de bacias hidrográficas e cobrança pelo uso das águas"[1].

A partir do pressuposto de que sua gestão deve proporcionar os usos múltiplos das águas e buscar garantir um desenvolvimento equilibrado entre os recursos hídricos e as atividades antrópicas, é assegurada, na teoria, uma disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequada para todos seus usuários, promovendo o desenvolvimento sustentável e minimizando eventos críticos que possam oferecer riscos à saúde e à segurança pública ou prejuízos econômicos e sociais[2].

Quando se discute a Amazônia brasileira e, mais precisamente, a Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré (BHRP), muitos são os desafios que perpassam questões políticas, culturais e a pujança pelo desenvolvimento econômico e social, e a falsa ideia de que a abundância de recursos hídricos viabiliza seu uso desordenado. Daniela Maimoni Figueiredo e Antonio Augusto Rossotto Ioris adentram a essa discussão diante do inegável progresso, porém, com inefetiva implementação de uma governança da água, diante do histórico de uso do solo e modelo econômico neoliberal que se instaurou sobre esse "território hidrossocial" da Amazônia[3].

Antonio Augusto Rossotto Ioris afirma que a região amazônica é uma das fronteiras mais ativas de expansão de infraestruturas, extração de recursos e exploração socioecológica no mundo atualmente, em uma ideia contraditória de modernidade, com uma base estreita de uma racionalidade tecnocrática e reducionista prevalecente[4].

As águas da Amazônia, em especial da região maranhense, estão sujeitas aos variados impactos ambientais: agronegócio, mineração legal e ilegal, turismo, navegação, irrigação, despejo de resíduos sólidos, esgoto lançado in natura, despejo de efluentes, aquicultura, entre outras várias formas que alteram o ciclo natural das águas e influenciam em seus parâmetros. O estado do Maranhão é uma área de transição entre biomas, ecossistemas, este apresenta uma grande geodiversidade, que tem sido modificado pelo crescimento populacional e aumento de monoculturas, ao passo que há uma falta e/ou ineficácia do abastecimento de água, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. O oeste do estado apresenta índices de desenvolvimento humano baixo[5], com municípios que, segundo Assunção et al.[6], tem no rio Pindaré sua principal fonte de riqueza e de qualidade de vida do povo "pindarense"

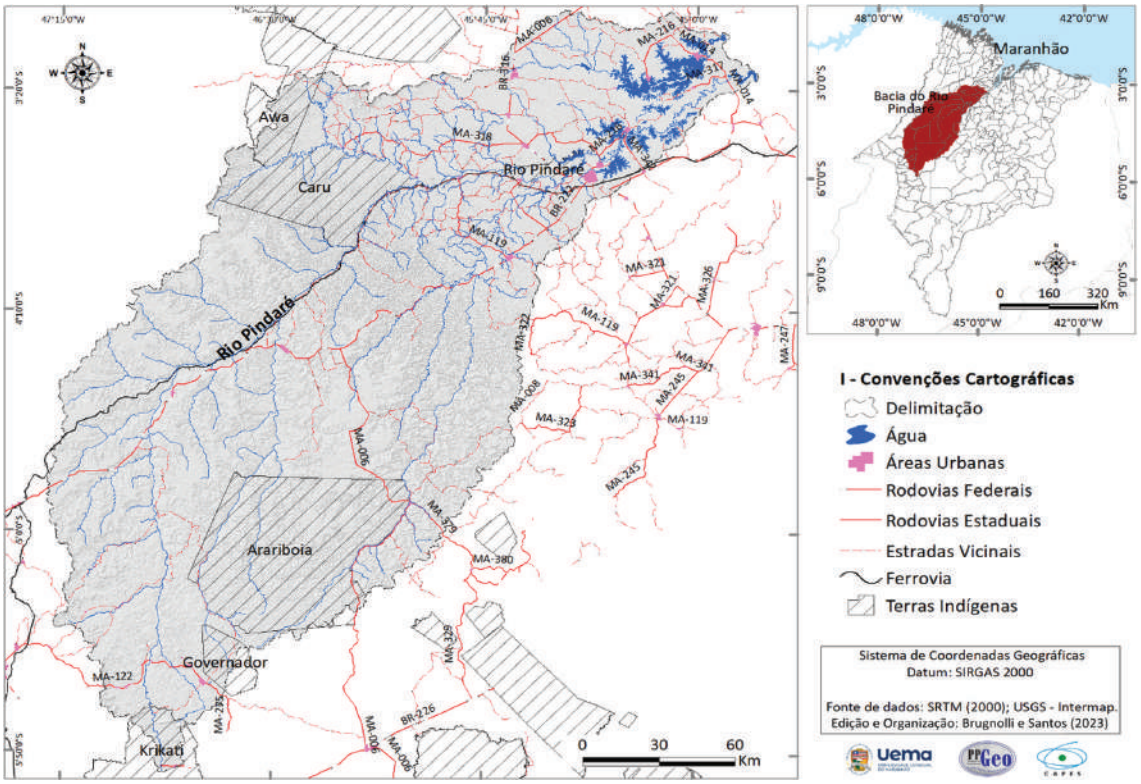
O fato de a BHRP abranger trinta e sete municípios dificulta a gestão dos recursos naturais, sobretudo pela região ter um contexto ambiental e socioeconômico diverso, o que torna necessária a análise do contexto histórico, social e econômico dos municípios, de modo a facilitar que ações mais concretas sejam implantadas no espaço físico-territorial.

É importante ressaltar que, segundo Sit et al.[7], quando se trata de recursos hídricos, há um volume global de dados com grande variedade de temáticas disponíveis na rede mundial de computadores, entretanto, esses dados requerem conhecimento prático para realmente se transformarem em informação consumida pela sociedade em geral. Seu uso em tabelas, com numerações que dificultam a compreensão sobre como "se comportam" esses números na realidade, é um grande desafio para quem os estuda.

A BHRP (Mapa 1) encontra-se a oeste do estado do Maranhão, em uma área de transição entre os biomas

[1] Antonio Cezar Leal, 2000, 36.
[2] Brasil et al., 2017.
[3] Figueiredo; Ioris, 2021.
[4] Ioris, 2021.
[5] IBGE, 2010.
[6] Assunção et al., 2016.
[7] Sit et al., 2020.

Mapa 1. Localização da BHRP, Maranhão/MA




Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

do Cerrado e da Amazônia, compondo um ecótono com uma extensa geodiversidade, que traz importantes contrastes ambientais, sociais e econômicos. O rio Pindaré tem suas nascentes nas áreas elevadas dos planaltos tabulares com características de cerrado; perpassa um médio curso amazônico, com vegetação ombrófila densa, igarapés e monoculturas; e tem seu baixo curso em uma área de depressão, influenciada pela zona costeira, com pastagens em meio a igarapés, a lagos, a lagoas e aos rios meandrantes.

## Metodologia

Os procedimentos metodológicos consistiram, a priori, em levantar dados da Rede Hidrometeorológica Nacional, pertencente ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), conhecida como Portal HidroWeb v3.2.7. Uma ferramenta que reúne, segundo a Agência Nacional das Águas (ANA)[8], dados de níveis fluviais, de vazões, de chuvas, de qualidade da água e de sedimentos suspensos nos mananciais. Trata-se de estações fluviais e pluviais espalhadas ao longo de todo o território nacional, servindo de base para estudos científicos, setores econômicos, geração de energia elétrica, agricultura, entre outros.

O Portal HidroWeb apresentou, no caso desta pesquisa, informações fundamentais para avaliar a qualidade das águas do rio Pindaré e de um de seus afluentes, o rio Zutiua. Assim, foram coletadas amostragens de água em 13 pontos distintos (Tabela 1), sendo que o Portal apresentava várias outras estações que não foram utilizadas, pois mostraram distinções nas datas de amostragem das águas, o que seria incorreto no processo de análise. Portanto, as estações escolhidas foram aquelas presentes na bacia e que tiveram a mesma data entre si ou datas próximas, validando a influência dos períodos chuvoso e seco dentro do período da análise.

Tais registros são feitos em campo pelos técnicos em hidrologia e engenheiros hidrólogos e correspondem aos dados coletados pelos estados que aderiram ao programa coordenado pela ANA, denominado Qualiágua, que fomenta o monitoramento da qualidade da água.

Portanto, em posse desses dados das estações supracitadas e diante das datas estabelecidas para análise, buscou-se parâmetros que se apresentavam consistentes em todas as estações. Sendo analisados: temperatura da água, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez,

[8] ANA, s.d.

Tabela 1. Estações Fluviais utilizadas na pesquisa

| Ponto atribuído | Número da Estação | Município | Rio analisado | Coordenadas |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 33076000 | Alto Alegre do Pindaré | Rio Pindaré | 52°0'16,631"O - 3°41'53,734"S |
| 2 | 33077000 | Alto Alegre do Pindaré | Rio Pindaré | 51°54'59,191"O - 3°41'28,948"S |
| 3 | 33079000 | Alto Alegre do Pindaré | Rio Pindaré | 51°52'56,6"O - 3°39'29,264"S |
| 4 | 33080001 | Alto Alegre do Pindaré | Rio Pindaré | 51°50'34,726"O - 3°39'51,114"S |
| 5 | 33170900 | Tufilândia | Rio Pindaré | 45°37'30,013"O - 3°38'14,952"S |
| 6 | 33161000 | Tufilândia | Rio Zutiua | 45°33'51,905"O - 3°43'27,611"S |
| 7 | 33180001 | Pindaré-Mirim | Rio Pindaré | 45°29'42,574"O - 3°41'36,947"S |
| 8 | 33190000 | Pindaré-Mirim | Rio Pindaré | 45°28'1,911"O - 3°39'32,806"S |
| 9 | 33195000 | Pindaré-Mirim | Rio Pindaré | 45°18'48,148"O - 3°35'44,448"S |
| 10 | 33196000 | Monção | Rio Pindaré | 45°15'39,915"O - 3°29'40,614"S |
| 11 | 33198000 | Monção | Rio Pindaré | 45°12'42,32"O - 3°28'8,982"S |
| 12 | 33198900 | Cajari | Rio Pindaré | 45°3'27,783"O - 3°24'36,729"S |
| 13 | 33198990 | Cajari | Rio Pindaré | 44°59'41,7"O - 3°21'36,373"S |

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

oxigênio dissolvido (OD), sólidos suspensos, alcalinidade e condutividade elétrica (CE). Para tornar esses dados consistentes, inseriu-se na pesquisa a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

A Resolução no 357 do CONAMA, publicada em 18 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos recursos hídricos e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, que é um conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros. O enquadramento é um instrumento da Política Brasileira do Meio Ambiente que busca classificar os recursos hídricos em relação ao uso antrópico e a relação entre o bem-estar humano e o equilíbrio do meio aquoso. Sendo que a sociedade não deve ser afetada pela deterioração da qualidade das águas, bem como, corresponde à classe em que um manancial se encontra não apenas em seu estado atual, mas também nos níveis necessários para que seja compatível com os usos mais exigentes a que são destinados[9].

O CONAMA mostra diretrizes e parâmetros para o enquadramento das águas doces, salobras e salinas. Nesta pesquisa, trabalhou-se com as águas doces superficiais e os próprios parâmetros citados anteriormente, enquadrando-os ao longo das cinco classes: Classe Especial, Classe I, Classe II, Classe III e Classe IV; cada uma com suas preconizações e limitações de uso das águas (Tabela 2).

[9] Brugnolli et al., 2022.

Estabelecidas tais bases, partiu-se para os mapeamentos desenvolvidos pelo MapBiomas no que diz respeito ao uso e à cobertura da terra, utilizando-se dos anos de 2019 e 2021, sobretudo devido às datas da análise da água. Tais bases são disponibilizadas gratuitamente pelo MapBiomas, em sua Coleção 7 e contaram com uma metodologia ligada à classificação da imagem de satélite LandSat 8/OLI supervisionada pixel a pixel.

A partir dessa classificação prévia foi realizada investigação *in loco* em setembro de 2021 para validação dos dados e ajustes necessários que foram identificados. Para os ajustes contou-se com o manuseio dos dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica QGis e ArcGis 10, além do uso de Sistema de Posicionamento Global e um Drone DJI Mavic, realizando a interpretação por meio da aerofotogrametria.

## Resultados

Nesse contexto, é interessante compreender que, em alguns países, o planejamento e a gerência do território, dito aqui sob o papel da bacia hidrográfica, ignoram a perspectiva sistêmica como instrumento de análise. Logo, a gestão de recursos hídricos deve ser vista como uma parcela do processo de planejamento e ordenamento do território, que deve ser acompanhada do controle do uso da terra.

Dessa forma, nota-se que o processo de uso do território no Maranhão tem um modelo econômico muito

Tabela 2. Classes de Enquadramento das águas doces superficiais e suas preconizações de uso

| Parâmetros para o Enquadramento das Águas | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Classes** | **Oxigênio Dissolvido** | **pH** | **Turbidez (Unidade Nefelométrica de Turbidez - NTU)** | **Condutividade Elétrica (micro-Siemens por centímetro - µS/cm)** | **Principais Preconizações para a utilização das Águas Superficiais** |
| Classe Especial | > 10,0 mg/L | 6,0 a 9,0 | 0 a 20 NTU | 0 a 50 uS/cm | Recomenda-se ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. |
| Classe I | 10 a 6 mg/L | 6,0 a 9,0 | 20 a 40 NTU | 50 a 75 uS/cm | Recomenda-se ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. |
| Classe II | 6 a 5 mg/L | 6,0 a 9,0 | 40 a 70 NTU | 75 até 100 uS/cm | Recomenda-se ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; à aquicultura e a atividade de pesca. |
| Classe III | 5 a 4 mg/L | 6,0 a 9,0 | 70 a 100 NTU | 100 a 150 uS/cm | Recomenda-se ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; à dessedentarão de animais. |
| Classe IV | < 4 mg/L | 6,0 a 9,0 | > 100 NTU | +150 uS/cm | Recomenda-se à navegação; à harmonia paisagística. |

Fonte: Adaptação da resolução CONAMA 357/2005.
Org.: Elaborado pelos autores.

voltado às grandes propriedades rurais, com pastagens que avançam sobre áreas preservadas. Somado a isso, a agricultura vem ganhando terreno no estado e, sobretudo, a oeste já vem pressionando recursos hídricos e fragmentando a paisagem (Mapa 2) no chamado "Arco do Desmatamento", área que abrange os estados do Maranhão (Nordeste do Brasil), do Pará, de Rondônia (ambas no Norte do Brasil) e do Mato Grosso (Centro-Oeste do Brasil). Essa pressão já se expressa nos resultados dos parâmetros físicos e químicos encontrados nos recursos hídricos (Tabela 3), tornando propícias discussões a partir do impacto já exercido do uso da terra, o que torna ainda mais complexa a realização de propostas de reabilitação para o sistema aquático.

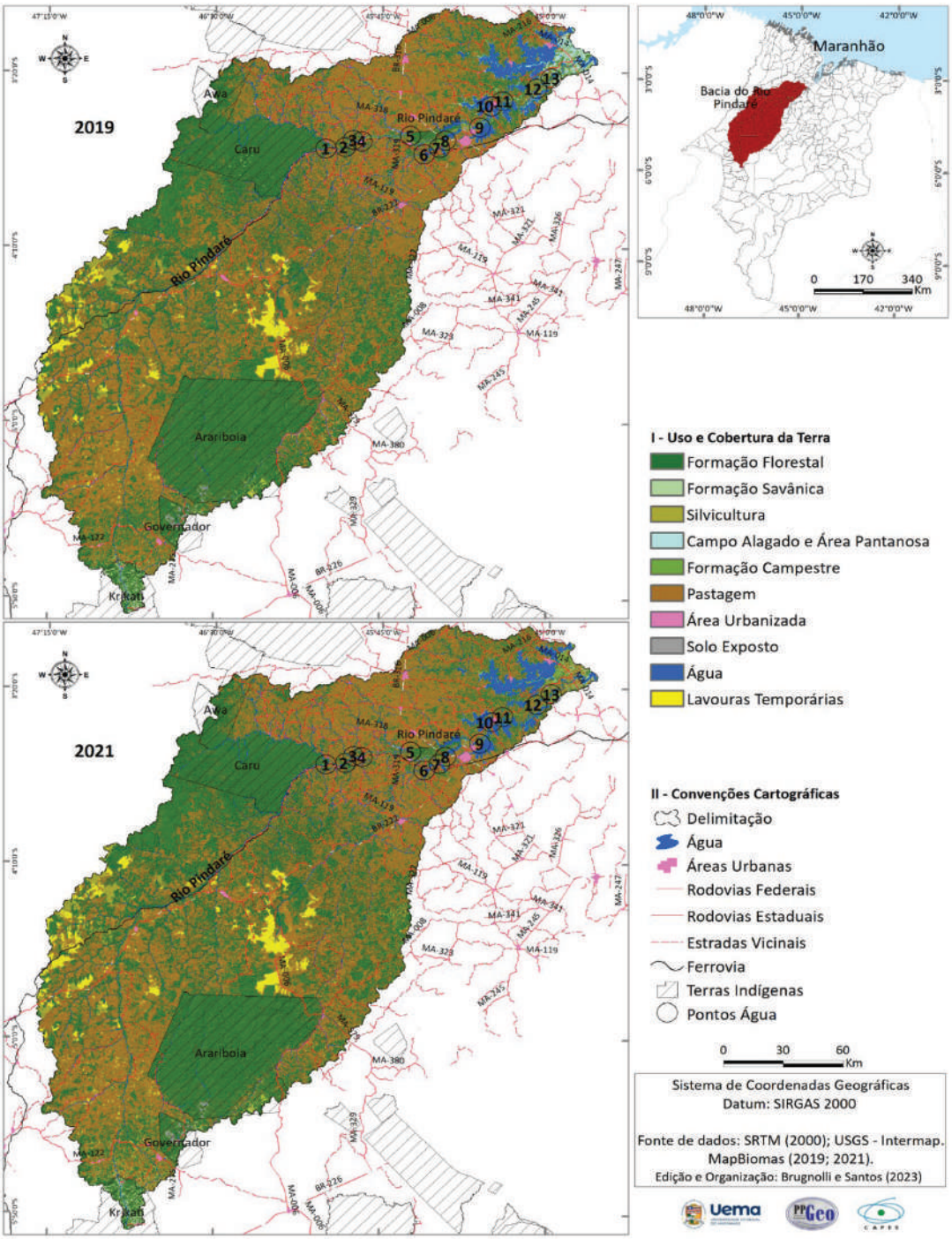
Ainda no que se refere à BHRP, o uso e a cobertura vegetal da terra são, respectivamente, compostos por pastagens e por vegetação nativa, ligadas às Terras Indígenas do Caru, Arariboia, Krikati, Governador e Rio Pindaré. Tais terras são responsáveis por manter o equilíbrio da BHRP diante de uma "espécie" de corredor ecológico que auxilia na recarga e no abastecimento de importantes nascentes da região, como os rios Caru, Buriticupu e Zutiua, além do próprio rio Pindaré, que tem suas nascentes na Terra Indígena Krikati.

De modo geral, a bacia do rio Pindaré apresenta significativa degradação ambiental com algumas áreas de preservação permanente ainda intactas, o que minimiza a atuação das matas nativas das zonas ripárias como um filtro natural. A exemplo disso, há a entrada de sedimentos nos sólidos suspensos, bem como a turbidez encontrada, especialmente pelo fato do médio curso possuir rampas dissecadas e vales encaixados que se somam aos processos erosivos e aos indícios de assoreamento nas margens dos mananciais que abastecem o rio Pindaré, o que retroalimenta o turvamento e no aumento dos sedimentos suspensos. Kobiyama et al.[10] destacam que o ecossistema ripário tem a capacidade de regular o regime hidrológico e aumentar a resistência do solo através das raízes.

Iniciando pelo OD, aquele que mais exibe importância para os ecossistemas aquáticos, é dependente, de forma natural, da temperatura e da velocidade de

[10] Kobiyama et al., 2020.

Mapa 2. Uso e cobertura da terra e os pontos de monitoramento das águas na BHRP, Maranhão/Brasil




Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

fluxo das águas. Enquanto a temperatura mais elevada vai atuar na diminuição do grau de solubilidade do oxigênio na água, a alta velocidade provoca o turbilhonamento e sua consequente oxigenação. Mananciais mais lênticos tendem a apresentar OD mais reduzido. O rio Pindaré, à medida que se aproxima da foz torna-se mais meandrante, com redução da velocidade e espraiamento, sofrendo influência de uma série de lagoas e de lagos do baixo curso, situações que reduzem o OD conforme o transpassar do rio até sua foz.

Outra questão importante é que ao passo que se aproxima de sedes municipais do médio e baixo curso, foi possível notar uma grande quantidade de despejo de resíduos sólidos e falta de saneamento básico nas cidades, sobretudo em Santa Inês e Pindaré-Mirim. A inserção de resíduos, de esgotos *in natura* e de

Tabela 3. Parâmetros de qualidade das águas da BHRP

| Parâme-tros | Pon-tos | Rio Pindaré | | | | | Rio Zutiua | Rio Pindaré | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Tempe-ratura da Água | | 28,83 | 28,64 | 29,10 | 28,92 | 29,56 | 29,20 | 29,18 | 30,80 | 30,39 | 30,19 | 30,15 | 30,18 | 30,34 |
| | | 29,25 | 26,54 | 27,52 | 27,41 | 28,52 | 30,74 | 28,98 | 28,87 | 30,02 | 29,55 | 29,77 | 30,25 | 29,98 |
| | | 28,95 | 28,78 | 29,70 | 29,92 | 30,77 | 31,50 | 30,95 | 30,65 | 29,05 | 30,96 | 30,72 | 30,45 | 29,60 |
| | | 28,66 | 28,79 | 29,52 | 29,81 | 30,84 | 30,65 | 30,84 | 30,78 | 30,08 | 31,38 | 30,83 | 30,93 | 31,17 |
| pH | | 7,02 | 7,10 | 6,93 | 7,04 | 6,78 | 6,70 | 6,54 | 6,76 | 6,16 | 6,83 | 6,60 | 6,60 | 6,59 |
| | | 6,68 | 6,54 | 6,31 | 6,44 | 6,05 | 5,99 | 5,91 | 6,20 | 6,25 | 6,56 | 6,61 | 6,65 | 6,31 |
| | | 6,47 | 6,47 | 6,68 | 6,56 | 6,69 | 6,70 | 6,69 | 6,90 | 6,11 | 6,78 | 7,65 | 6,66 | 7,74 |
| | | 6,95 | 6,95 | 6,90 | 6,93 | 7,24 | 7,00 | 7,30 | 7,21 | 6,94 | 6,48 | 7,09 | 6,79 | 7,05 |
| Turbi-dez | | 46,79 | 48,39 | 55,78 | 44,89 | 49,59 | 22,32 | 39,54 | 30,31 | 32,22 | 23,52 | 29,92 | 18,56 | 23,39 |
| | | 99,95 | 139,14 | 99,01 | 125,35 | 140,35 | 142,41 | 320,13 | 104,17 | 150,10 | 82,15 | 80,90 | 160,55 | 152,98 |
| | | 194,15 | 59,30 | 44,50 | 55,40 | 62,18 | 64,55 | 74,50 | 89,50 | 465,15 | 73,11 | 56,50 | 49,25 | 959,15 |
| | | 37,20 | 41,45 | 42,72 | 36,70 | 48,50 | 58,99 | 48,99 | 58,50 | 43,41 | 58,57 | 60,76 | 66,06 | 95,05 |
| OD | | 6,80 | 6,66 | 6,65 | 6,64 | 6,08 | 3,41 | 4,73 | 5,80 | 4,40 | 4,33 | 3,92 | 3,32 | 3,42 |
| | | 7,13 | 5,62 | 6,44 | 6,51 | 6,51 | 5,94 | 6,47 | 6,48 | 7,35 | 6,26 | 6,30 | 6,12 | 5,99 |
| | | 7,39 | 6,95 | 7,32 | 7,27 | 7,06 | 6,40 | 7,22 | 7,17 | 7,36 | 6,10 | 6,53 | 6,11 | 5,40 |
| | | 7,39 | 7,27 | 7,50 | 7,61 | 8,03 | 7,05 | 7,96 | 8,06 | 6,95 | 6,41 | 6,12 | 5,64 | 5,77 |
| Sólidos Sus-pensos | | 14,00 | 12,80 | 20,00 | 16,00 | 10,00 | 5,60 | 4,40 | 8,00 | 10,40 | 1,60 | 20,40 | 6,80 | 12,80 |
| | | 51,00 | 69,00 | 52,00 | 109,00 | 116,00 | 98,00 | 150,00 | 58,00 | 75,00 | 49,00 | 52,00 | 52,00 | 13,00 |
| | | 37,20 | 56,40 | 58,40 | 42,40 | 57,20 | 71,60 | 118,00 | 37,60 | 495,28 | 45,60 | 45,60 | 45,20 | 151,80 |
| | | 80,50 | 45,00 | 27,50 | 25,50 | 26,00 | 35,50 | 15,50 | 53,00 | 10,00 | 37,37 | 19,73 | 25,00 | 70,50 |
| Alcali-nidade | | 22,00 | 24,00 | 22,00 | 8,00 | 20,00 | 24,00 | 4,00 | 14,00 | 18,00 | 10,00 | 6,00 | 22,00 | 20,00 |
| | | 18,00 | 12,00 | 12,00 | 22,00 | 16,00 | 10,00 | 8,00 | 12,00 | 14,00 | 20,00 | 8,00 | 16,00 | 20,00 |
| | | 4,00 | 12,00 | 20,00 | 24,00 | 8,00 | 8,00 | 18,00 | 10,00 | 36,00 | 16,00 | 24,00 | 10,00 | 26,00 |
| | | 12,00 | 40,00 | 14,00 | 22,00 | 22,00 | 20,00 | 12,00 | 26,00 | 12,00 | 58,00 | 22,00 | 20,00 | 22,00 |
| Condu-tivida-de Elétrica | | 231,78 | 186,30 | 196,60 | 198,70 | 174,10 | 183,60 | 171,90 | 160,70 | 145,60 | 147,40 | 143,80 | 134,70 | 104,60 |
| | | 233,40 | 138,60 | 214,40 | 211,40 | 205,30 | 330,20 | 240,40 | 242,50 | 239,40 | 282,70 | 281,70 | 286,70 | 293,30 |
| | | 327,10 | 256,00 | 289,40 | 283,80 | 256,80 | 360,30 | 288,00 | 285,90 | 136,30 | 273,00 | 282,00 | 292,10 | 763,00 |
| | | 314,50 | 275,40 | 294,00 | 294,60 | 282,60 | 406,50 | 306,20 | 304,10 | 299,70 | 292,20 | 292,40 | 292,80 | 299,80 |

Legenda

Maio/Junho de 2021
Dezembro de 2020
Novembro/Dezembro de 2019
Setembro/Outubro de 2019

Fonte: os autores

sais, a proliferação bacteriana, substâncias orgânicas biodegradáveis, como esgoto doméstico, vinhoto e certos resíduos industriais, a quantidade de reações químicas e a decomposição da matéria orgânica, consomem oxigênio e reduzem seus índices até valores não recomendados pelo CONAMA.

O OD, vale destacar, aparece em muitas pesquisas — Pereira, Oliveira e Pinto, Pinto et al. e Ragassi, Américo-Pinheiro e Silva Junior[11]— como o principal parâmetro

[11] Pereira; Oliveira; Pinto, 2010. Pinto et al., 2014. Ragassi; Américo-Pinheiro; Silva Junior. 2017.

da qualidade da água, servindo de base para avaliar possíveis impactos sobre os mananciais. É um elemento essencial para a vida aquática e sua avaliação trará informações fundamentais para a gestão de recursos hídricos. Percebe-se que o OD chegou a níveis fora do recomendado pelo CONAMA, com índices beirando o 3mg/L, já enquadrado na classe IV. A partir do ponto 6, nota-se um arrefecimento significativo do OD em relação aos pontos a montante, preconizando seu uso apenas para navegação e harmonia paisagística.

Ao tomar como base o uso e cobertura da terra a partir da investigação *in loco* realizada, nota-se o arrefecimento do OD em relação à proximidade da foz se dá mediante alguns fatores: 1) as pastagens avançam em muitos locais até as margens dos mananciais, reduzindo e/ou até eliminando a vegetação ripária; 2) inúmeras culturas de arroz e, consigo, agroquímicos; 3) esgotos *in natura* lançados pelas áreas urbanas do baixo curso; 4) ambiente atrelado à influência das lagoas e lagos da Baixada Maranhense. Fatos que consolidam a importância do planejamento e gestão de recursos hídricos dessa bacia, pois os residentes são altamente dependentes das águas do rio Pindaré, seja para navegação, para a pesca e para o lazer.

A temperatura da água é importante para avaliar sua ação junto às reações químicas existentes, regulando as características físicas e bióticas dos corpos hídricos. Além disso, reduz a solubilidade dos gases à medida em que está mais quente, acentuando ainda, a sensação de odor, como visto em alguns pontos do rio Pindaré, sobretudo no ponto ligado à sede urbana de Pindaré-Mirim (Ponto 9). Nota-se, portanto, que a alteração da temperatura das águas naturais decorre principalmente da insolação e da ação antrópica, como despejos industriais e águas de refrigeração de máquinas e caldeiras[12].

Desse modo, a temperatura mostrou-se alta por ser uma bacia localizada em regiões equatoriais com grande incidência solar, chegando acima dos 30ºC em alguns pontos, como no caso do rio Zutiua, em que o manancial apresenta maior lâmina d'água, porém é raso e, assim, sofre maior influência da radiação. Assim, ao tomar como base a Resolução 357 do CONAMA, a mesma não estabelece intervalos para a temperatura, porém, esta atua em conjunto com os demais parâmetros.

Em pesquisas feitas na Amazônia recentemente, Andrade et al.[13] e Silva et al.[14] do mesmo modo encontraram pouca variação da temperatura, justificada pela baixa amplitude térmica dessa região geográfica. Porém, Andrade et al.[15] observaram que mesmo com pouca variação na temperatura, foram encontradas variações na concentração microbiana, que esteve relacionada ao pH e ao crescimento de microrganismos, sendo alguns considerados patogênicos.

O parâmetro pH mostrou-se altamente influenciado pelas concentrações de íons no corpo hídrico, isto é, condições ácidas e básicas que interferem no metabolismo de espécies aquáticas. As concentrações devem estar próximas da neutralidade (6 a 9) pela resolução do CONAMA e valores que fogem dessa variação devem ser enquadradas na classe IV, a mais restritiva da legislação.

O pH encontrado na área em estudo teve grande variação, com indícios pontuais de alteração negativa em dezembro de 2020. Valores que podem ser justificados por precipitações anteriores à coleta, bem como aumento da turbidez. A entrada de sedimentos e de resíduos externos são os fatores que mais influenciam no processo. Alves, Silva e Brugnolli[16] identificaram a influência geológica nos valores elevados (alcalinidade) de pH, sobretudo em rochas basálticas, contudo, os arenitos dessa região maranhense atuam de modo inverso diante dos sedimentos ricos em argila, que elevam a turbidez e, consequentemente, reduzem o pH.

É possível notar que, de modo geral, os rios Pindaré e Zutiua apresentam nesses pontos de análise padrões dentro do recomendado pelo CONAMA. Amorim et al.[17] destacam que a maioria dos corpos hídricos continentais do Maranhão são ácidos devido à presença de ácidos orgânicos dissolvidos carreados durante o período de chuvas. Essa bacia é um importante contraponto, pois apesar de apresentar solos ácidos (argissolo e plintossolo), arenitos e possuir uma grande influência das chuvas amazônicas, seu pH permaneceu estável ao longo dos períodos de análise.

A turbidez é uma variável profundamente relacionada à temperatura pois, devido à dispersão e à absorção da luz no corpo hídrico, há alteração da temperatura da água e do pH pela composição química, física e mineralógica dos sedimentos suspensos. Logo, entende-se a turbidez pela capacidade de penetração da radiação solar na água, dando uma aparência salobra quando há muitos sedimentos em suspensão.

A BHRP conta com grandes e extensos bancos de areia e com escassa vegetação ripária, sujeita a processos de

[12] Libânio; Chernicharo; Nascimento, 2005.
[13] Andrade et al., 2016.
[14] Silva et al., 2017.
[15] Andrade et al., 2016.
[16] Alves; Silva; Brugnolli, 2022.
[17] Amorim et al., 2017.

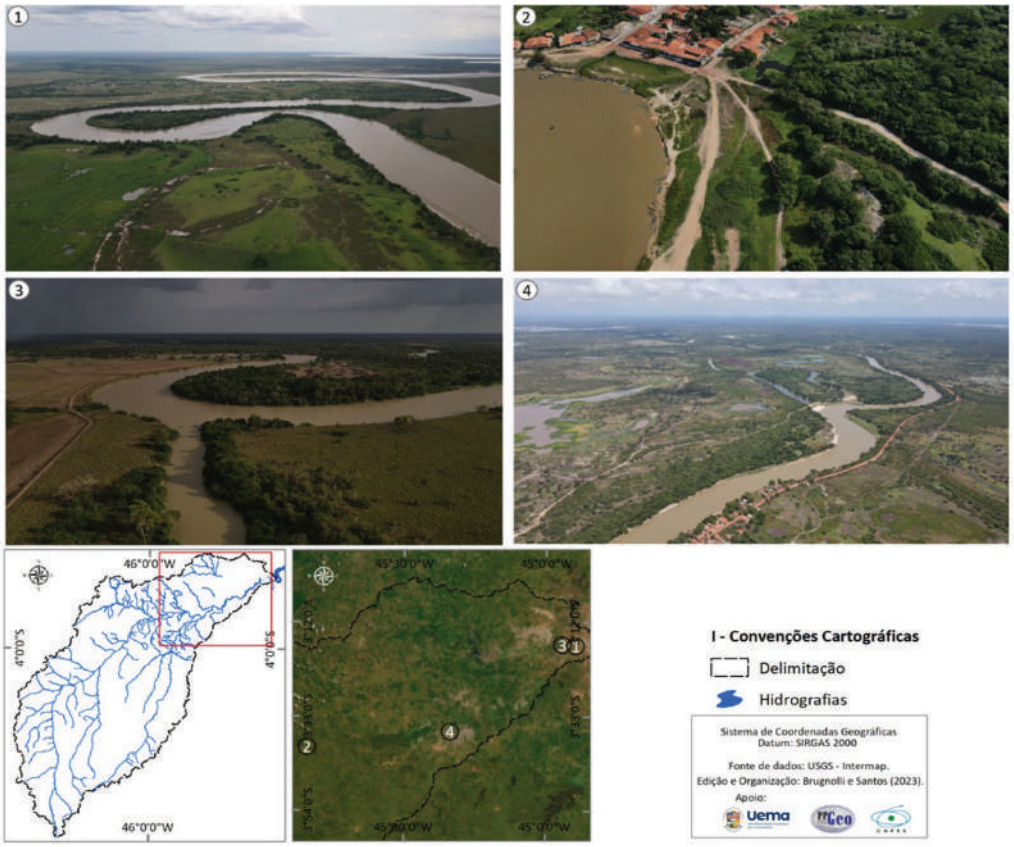
assoreamento. Brugnolli et al.[18] em seu trabalho sobre o rio Buriticupu (médio curso do rio Pindaré), mostraram vulnerabilidades ambientais importantes nas planícies dos rios, sobretudo pela alta capacidade de perda de solo das lavouras de soja e de eucalipto, localizadas nos planaltos do médio curso do Pindaré. Toda essa sedimentação é depositada e transportada pelos rios e o resultado disso é demonstrado pelas análises dos pontos de coleta das águas.

A alta turbidez vai afetar a preservação dos ecossistemas aquáticos, reduzir reações químicas e interferir nos níveis de oxigênio dissolvido (principal parâmetro de análise da água). Índices elevados ainda podem ser vinculados ao despejo de resíduos industriais, mesmo que não seja o caso do rio Pindaré. Seu principal problema vincula-se ao carreamento de sedimentos de lavouras e pastagens com inexistência ou ineficácia de seus sistemas de manejo das terras.

A turbidez apontou para classes preocupantes com valores que alcançaram —pelo menos em um dos períodos de análise— a classe IV em dez dos 13 pontos de coleta. Dados que permitem afirmar que a preconização de seu uso é apenas para navegação e harmonia paisagística, sendo restritiva para fins recreacionais e/ou pesca. O ponto 13, por exemplo, apresentou 959,15 NTU durante o período de novembro/dezembro de 2019, o que poderia ser explicado pelo início do período chuvoso, entretanto, há uma influência marcante das marés nesse ponto e a intrusão marinha mostra-se presente pelo desequilíbrio ambiental e grau de assoreamento nas proximidades da foz do rio Pindaré. Essa salinização da água doce já afeta muitos pescadores da região e impacta negativamente na vegetação ciliar dos lagos, das lagoas, dos igarapés e dos meandros dos rios da Baixada Maranhense.

Destaca-se ainda que na Baixada Maranhense existem muitas mineradoras legais e ilegais; há plantio de arroz às margens dos mananciais, o que também influi negativamente a turbidez dos rios, diante da quantidade de drenos e agroquímicos utilizados e a total falta de vegetação ciliar, que atuaria como um importante filtro aos sedimentos, caso estivesse preservada (Figura 1).

Figura 1. Médio e baixo curso do rio Pindaré, locais com alta turbidez e falta de vegetação nativa




1: meandro do rio Pindaré sem cobertura vegetal; 2: avanço da área urbana sobre o manancial; 3: canal afluente do rio Pindaré e a falta de cobertura vegetal; 4D: área úmida e falta de cobertura vegetal, com o avanço urbano sobre as margens.

Fonte: Os autores (2023).

[18] Brugnolli et al., 2023.

Essa correlação entre a vegetação nativa ripária e a qualidade das águas vai resultar na quantidade de sólidos suspensos e, mesmo sendo um parâmetro que não apresenta índices no CONAMA, é importante para identificar o assoreamento dos mananciais, pois seu aumento causa uma degradação ecológica das comunidades aquáticas. Alta quantidade de sólidos implicará na turbidez elevada, na alteração do pH e do OD, entre outros parâmetros. Segundo Roque Passos Piveli[19], Igo Fernando Lepsch[20] e a Fundação Nacional de Saúde[21], os sólidos correspondem ao material que permanece como resíduo após a evaporação, a secagem e a calcinação, estando profundamente relacionados ao solo desagregado que é carreado pela ação da precipitação em locais degradados e/ou sem cobertura vegetal que proteja o solo.

Portanto, os maiores índices encontrados ficaram nos pontos 9 e 13 (novembro/dezembro de 2019), o que mostra um aumento gradativo dos sólidos suspensos à medida em que se aproxima da foz, bem como após a passagem pelas áreas urbanas, mostrando em várias delas problemas de ocupações irregulares, resíduos lançados, esgoto *in natura*, entre outros problemas enfrentados no transpassar das águas do rio Pindaré.

No que diz respeito à CE, esta é um importante indicador ambiental das águas superficiais, visto que seus índices permitem obter uma estimativa de sólidos contidos na amostra de água. Isso possibilita avaliar que existem substâncias dissolvidas na água e que, inúmeras vezes, são contaminantes que transmitem corrente elétrica. Segundo Von Sperling[22], as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 µS/cm, mas em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais, os valores podem chegar a 1.000 µS/cm.

É importante destacar que a análise da CE deve ser cuidadosa, pois concentrações altas podem estar vinculadas a fatores naturais, como apontados em estudos de Brugnolli et al.[23], nos quais se constata que rochas ricas em cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos induzem a eletricidade do corpo aquoso. Outra questão é que Esteves[24] discute a condutividade como uma forma de avaliar a concentração de nutrientes na água, não necessariamente é um indicador alarmante, porém deve ser investigado.

Diante disso, nota-se que nas análises as altas condutividades apresentaram-se acima do permitido pelo CONAMA, enquadrando esse parâmetro na classe IV na grande maioria dos pontos analisados. O período com exceção foi maio/junho de 2021, que pode ser explicado pela maior capacidade de diluição de possíveis contaminantes nos mananciais por conta do período chuvoso, que na região vai de janeiro a junho.

Os demais períodos tiveram altos valores, lembrando que esses índices podem estar atrelados à turbidez, aos dejetos químicos, às fezes de animais e à entrada de contaminantes de lavouras, ademais altos valores podem indicar características corrosivas da água em um ambiente impactado. Os valores encontrados, em maioria, acima de 150 uS/cm chamam a atenção para que ocorra um contínuo monitoramento desse parâmetro.

Nesse contexto, é importante destacar que segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, o IBGE[25] e o Atlas Esgotos[26], dos municípios que abrangem a BHRP, apenas Matinha, Penalva e Santa Inês possuem uma Política Municipal de Saneamento Básico enquanto os demais sinalizam com alguns projetos em elaboração, porém ainda em estágios embrionários.

## Discussões

É possível constatar que no estado do Maranhão há um déficit de estudos que se vinculam à qualidade da água. Não apenas em termos de comparação de parâmetros, mas também diante das múltiplas características ambientais, sociais, econômicas e políticas de um estado extenso e complexo. Afinal, o Maranhão é o maior potencial hídrico do Nordeste e o fato de ser um ecótono também o coloca no cerne de discussões no contexto do avanço do desmatamento sobre a Amazônia e suas pressões nos recursos hídricos. De fato, essa é uma máxima que precisa ser combatida e que estudos científicos como esse tornar-se-ão base para o avanço nas políticas de gestão das águas no estado.

O Maranhão avançou só após a promulgação da Lei Estadual n° 5.405/92 que buscou, através da preservação e conservação, recuperar e melhorar o meio ambiente diante da qualidade ambiental para assegurar

[19] Piveli, 1996.
[20] Lepsch, 2011.
[21] FUNASA, 2014.
[22] Von Sperling, 2005.
[23] Brugnolli et al., 2022.
[24] Esteves, 1998.
[25] IBGE, 2010.
[26] ANA, 2013.

condições de desenvolvimento do estado. A finalidade é manter o equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente protegido, além de estabelecer critérios e padrões de qualidade ambiental e de uso e manejo dos recursos naturais[27].

A Lei Estadual nº. 8.149 de 15 de junho de 2004[28] foi um importante marco para a gestão dos recursos hídricos no estado diante da implantação de um arcabouço jurídico legal, institucional, ao mesmo tempo em que foram elaborados estudos sobre recursos hídricos superficiais e subterrâneos, com destaque para a delimitação das bacias hidrográficas realizada pelo Núcleo Geoambiental. A partir daí o poder público e a sociedade civil organizada adquirem maior capacidade para formular políticas devidamente ajustadas com o planejamento e com a gestão territorial[29].

O estado do Maranhão dispõe, atualmente, de dois Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), que são o CBH do rio Munim e o CBH do rio Mearim, outorgados pelas Leis Estaduais n° 9.956 e n° 9.957, respectivamente[30]. Contudo, o Mearim, por exemplo, exibe cerca de 100 mil km², o que dificulta sua gestão. Mesmo a bacia do rio Pindaré – como parte componente da CBH do Mearim – apresenta características que diferem completamente do Mearim, situação corroborada quando os próprios moradores, em audiências e contando com a participação da sociedade no contexto da CBH, discutem o sentimento de não pertencimento ao Mearim, e sim ao Pindaré, dada sua importância social, econômica e ambiental para a região, naquilo que Figueiredo e Ioris[31] discutem como território hidrossocial.

O CBH do rio Pindaré está em vias de ser implantada, porém, ainda conta com procedimentos necessários e normas para a real fundação e agregação de recursos humanos para integrar o comitê. A missão de preservar o rio Pindaré é fundamental não apenas para os residentes da bacia hidrográfica, mas para debater e minimizar impactos ambientais que padecem sobre o rio, como o assoreamento, a retirada de vegetação nativa, a perda da sua biodiversidade e os impactos sobre o ecossistema aquático.

Propor, de fato, o CBH do rio Pindaré, é a alternativa mais viável para adequar as políticas de gestão a esse território fundamental para o estado do Maranhão. É uma das bacias hidrográficas genuinamente maranhenses e a "porta de entrada" da Amazônia. O Maranhão sempre enfrentou essa dificuldade de implantação e até desinteresse em promulgar uma política de gestão hídrica, ficando nítido essa demora em legislar sobre os rios de seus domínios[32]. Mesmo diante dos avanços nesse século, Aichely Rodrigues da Silva e Alessandra Larissa D´Oliveira Fonseca [33] e Gomes et al.[34] discutem que o Maranhão ainda está bastante atrasado em relação ao restante do país, sobretudo pela demora em propor uma política estadual de recursos hídricos, inclusive, essa demora se reflete até nos dados ambientais e socioeconômicos disponíveis do estado.

Apesar de haver toda uma estrutura legislativa para a governabilidade das águas brasileiras, torna-se desafiador preservar as nascentes e os recursos hídricos, visto que há ineficácia para a aplicação da lei por conta da burocracia que é fragmentada, setorizada e sistematizada —pelo Sistema Nacional e Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos—, dificultando a aplicação da legislação vigente e retardando as negociações para a gestão das águas entre os envolvidos, ou seja, os usuários, a sociedade civil e o poder público. Mesmo que exista uma tendência à descentralização da gestão, tal diretriz ainda é conduzida de forma lenta no Maranhão.

A falta de padronização das legislações é um dos principais entraves. O fato da importância das resoluções do CONAMA e dos impactos positivos que este trouxe ao Brasil não garantem sua real aplicação no âmbito social, ambiental, econômico, de saúde pública e político, tanto que muitos trabalhos passaram a aplicar o Índice de Qualidade de Água e o Índice de Estado Trófico como formas de atuar, até em conjunto, com as resoluções do CONAMA, por sua aplicabilidade estar ligada às preconizações para uso humano.

Assim, é importante salientar o papel da ANA, através do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos e do HidroWeb, pois são dados que, por vezes, passam por desconhecimento do público em geral, mesmo diante da quantidade de informações que trazem para as pesquisas científicas, qualidade da água, vazão, pluviometria, geometria hidráulica de rios, entre outras que são fundamentais para o desenvolvimento e aplicação de uma política de gestão das águas no estado.

[27] Maranhão, 1992.
[28] Maranhão, 2004.
[29] NUGEO/UEMA, 2016.
[30] Maranhão, 2013a; 2013b.
[31] Figueiredo; Ioris, 2021.
[32] Brasil et al., 2017.
[33] Silva; Fonseca, 2018.
[34] Gomes et al., 2023.

## Considerações finais

Nesta pesquisa buscou-se analisar a qualidade das águas através da identificação de problemas e avanços reconhecidamente alcançados pelo estado do Maranhão. Os dados da ANA foram fundamentais para alcançar o objetivo deste trabalho e, assim, tornam-se um texto que possa auxiliar no processo de entendimento sobre a bacia hidrográfica do rio Pindaré, inclusive servindo de dados para o CBH.

Sua importância não é refutada, mas o rio carece de estudos mais aplicados aos recursos hídricos, mesmo que o fator econômico e desenvolvimentista "fale mais alto" nos órgãos públicos. Portanto, promover a melhoria da capacidade de recuperação dos rios é fundamental, e isso, em certa medida, passa pelo papel dos órgãos gestores e da secretaria do estado. A ocupação antrópica, como visto neste trabalho, é uma tendência ao aumento das pastagens e, sobretudo, das lavouras de soja e de eucalipto, que avançam no centro do Maranhão e seguem em direção à Amazônia.

Isso se reflete nas pressões sobre os recursos hídricos, que alcançaram níveis que destoam do aceitável pelo CONAMA, com muitos parâmetros enquadrados na classe IV, que preconiza seu uso apenas para navegação e harmonia paisagística, impossibilitando o consumo humano e o contato primário e secundário com a população. Se fosse seguir efetivamente o que é recomendado pelo CONAMA, a população iria ser profundamente afetada. A pesca, a recreação, a irrigação, que são atividades realizadas através das águas do rio Pindaré e seus afluentes, deveriam ser cessadas, e, consequentemente, seus impactos sociais e econômicos se ampliariam entre os residentes.

A revitalização das matas ciliares, a manutenção das terras indígenas, a aplicação da legislação com relação aos desmates ilegais de vegetação nativa, a manutenção das nascentes dos principais rios são algumas sugestões para preservar os recursos hídricos. Implantar uma política de gestão da água e promover o CBH do rio Pindaré é passo capital para recuperar este rio e seus afluentes para condições que favorecem seu uso sustentável para todas as pessoas sem distinção.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de Pós-Dourados Estratégico, que possibilitou o desenvolvimento dessa pesquisa. Agradecem também ao Projeto de Pesquisa - Integração e Consolidação dos Programas de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ambiente e Saúde e o Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão.

## Referências

**Alves, Lorrane Barbosa; Silva, Charlei Aparecido da; Brugnolli, Rafael Medeiros.** 2022: "Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do córrego Laranja Doce, Mato Grosso do Sul". *Revista da ANPEGE*, 18(35). https://doi.org/10.5418/ra2022.v18i35.13822

**Amorim, Diranneide Gomes; Cavalcante, Paulo Roberto Saraiva; Soares, Leonardo Silva; Amorim, Patrycia Elen Costa.** 2017: "Enquadramento e avaliação do índice de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precuá, localizados na área da Refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA)". *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 22, 251-259. https://doi.org/10.1590/S1413-41522016131212

**ANA, Agência Nacional das Águas.** 2013: *Atlas Esgotos*. Disponible en: http://atlasesgotos.ana.gov.br/. Consultado en 20/03/2022.

**ANA, Agência Nacional das Águas.** s.d.: *HIDROWEB v3.2.7*. Disponible en: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao. Consultado en 30/05/2021.

**Andrade, Franciane Silva de; Silva, Adailton Moreira da; Aride, Paulo Henrique Rocha; Oliveira, Adriano Teixeira de.** 2016: "Análise Físico-química e da Microbiota da Água do Lago Macurany, Parintins, Amazonas". *Biota Amazônia Open Journal System*, 6, 132-134. https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p132-134

**Assunção, Milena Mária; Barreto, Larissa Nascimento; Addum, Felipe Morais; Feitosa, Antonio Cordeiro; Rodrigues, Zulimar Márita Ribeiro.** 2016: "Diagnóstico socioambiental de uma população ribeirinha urbana do rio Pindaré, estado do Maranhão". *InterEspaço:* Revista de Geografia e Interdisciplinaridade, São Luís, 2(7), 96–114. https://doi.org/10.18764/2446-6549.v2n7p96-114

**Brasil, Gabrielle Vieira da Silva; Bezerra, Denilson da Silva, Jansen, Tayssa Rauanny Silva, Silva, Tatiane de Deus, Mendes, Karina Coqueiro.** 2017: "Análise da evolução legal da proteção dos recursos hídricos no estado do Maranhão". *Revista Uningá*, Maringá, 51(3). https://doi.org/10.46311/2318-0579.51.eUJ1364

**Brugnolli, Rafael Medeiros; Berezuk, André Geraldo; Pinto, André Luiz; Silva, Charlei Aparecido da.** 2022: "Calidad de las aguas superficiales en sistemas kársticos. Un estudio de la

cuenca hidrográfica del río Formoso, Bonito, Mato Grosso do Sul - Brasil". *Investigaciones Geográficas*, Alicante, 78, 107-129. https://doi.org/10.14198/INGEO.20241

**Brugnolli, Rafael Medeiros; Santos, Luiz Carlos Araujo dos; Bezerra, José Fernando Rodrigues; Silva Quesia Duarte da; Melo, Silas Nogueira de.** 2023: "Vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Buriticupu, Maranhão - Brasil: o relevo como elemento chave". *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 35(1). https://doi.org/10.14393/SN-v35-2023-66679

**Conselho Nacional do Meio Ambiente.** *Resolução 357/2005*. Dispõe sobre a classificação dos recursos hídricos e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília. Publicada no DOU n 92, de 17 de março de 2005, Seção 1, 89p.

**Esteves, Francisco de Assis.** 1998: *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciências.

**Figueiredo, D.** M.; Ioris, A. A. R. 2021: *Water Governance and the Hydrosocial Territory of the Teles Pires River Basin in the Brazilian Amazon*. In: Ioris, A. A. R. (Org.). Environment and Development. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55416-3_16

**FUNASA, Fundação Nacional de Saúde.** 2014: *Dados Abertos*. Disponible en: http://www.funasa.gov.br/. Consultado en 15/09/2021.

**Gomes, Marco Antonio Ferreira; Pereira, Lauro Charlet; Silva, Antonio Kledson Leal; Pereira, Anderson Soares; Tôsto, Sérgio Gomes; Sousa Junior, Pedro Moreira de.** 2023: Aspectos qualitativos da água do Rio Pindaré na Amazônia Maranhense. *Revista Terceira Margem Amazônia*, 8(19) 253-269. http://doi.org/10.36882/2525-4812.2023v8i19.p253-269

**IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2010: *Censo demográfico do Brasil de 2010*. Disponible en: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=destaques. Consultado en 05/04/2021.

**Ioris, Antonio Augusto Rossotto.** 2021: *Political Economy of Amazon Development and Hydropower Construction.* In: Ioris, A.A.R. (Org.). Environment and Development. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55416-3_15

**Kobiyama, Masato; Vanelli, Franciele Maria; Oliveira, Hannah Uruga; Vasconcellos, Sofia Melo; Campagnolo, Karla; Brito, Mariana Madruga de; Moreira, Luana Lavagnoli.** 2020: Uso da bacia-escola na redução do risco de desastres: uma abordagem socio-hidrológica" In: Magnoni Junior, Lourenço; Freitas, Carlos Machado de; Lopes, Eymar Silva Sampaio; Castro, Gláucia Rachel Branco; Barbosa, Humberto Alves; Londe, Luciana Resende; Magnoni, Maria da Graça Mello; Silva, Rosicler Sasso; Teixeira, Tabita; Figuereido, Wellington dos Santos (Orgs.). *Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano.* 2. ed. São Paulo: CPS, 560-583.

**Leal, Antonio Cezar.** 2000: *Gestão das Águas no Pontal do Paranapanema - São Paulo*. 2000, 300 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

**Lepsch, Igo Fernando.** 2011: *19 Lições de Pedologia*. São Paulo: Oficina de Textos.

**Libânio, Paulo Augusto Cunha; Chernicharo, Carlos Augusto de Lemos; Nascimento, Nilo de Oliveira.** 2005. "A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública". *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 10(3), 219-228. https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000300006

**Maranhão.** Lei Estadual 9.956, de 21 de novembro de 2013a. Dispõe sobre a instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Munim, de acordo com art. 43, V, da Constituição do Estado do Maranhão, c/c art. 29, III, da Política Estadual de Recursos Hídricos - Lei 8.149, de 15 de junho de 2004. *Diário Oficial do Estado do Maranhão*, São Luís - MA, 21 de novembro de 2013.

**Maranhão.** Lei Estadual 9.957, de 21 de novembro de 2013b. Dispõe sobre a instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim, de acordo com art. 43, V, da Constituição do Estado do Maranhão, c/c art. 29, III, da Política Estadual de Recursos Hídricos – Lei 8.149, de 15 de junho de 2004. *Diário Oficial do Estado do Maranhão*, São Luís - MA, 21 de novembro de 2013.

**Maranhão.** Lei nº 5.405 de 08 de abril de 1992. Institui o Código de Proteção do Meio Ambiente e dispõe sobre o Sistema Estadual do Meio Ambiente e o uso adequado dos recursos naturais do Estado do Maranhão. Maranhão, 1992. *Diário Oficial do Estado do Maranhão*, São Luís - MA, 21 de novembro de 2013.

**Maranhão.** Lei nº 8.149 de 15 de julho de 2004. Dispõe sobre a política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos hídricos, e dá outras providências. Maranhão, 2004. *Diário Oficial do Estado do Maranhão*, São Luís – MA, 15 de julho de 2004.

**NUGEO/UEMA, Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão.** 2016: *Bacias Hidrográficas e Climatologia no Maranhão*. Universidade Estadual do Maranhão: São Luís.

**Pereira, Gabrielle Alberta; Oliveira, Gustavo Henrique.** Pinto, André Luiz. 2010: "Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS". *Revista Geomae*, 1(1).

**Pinto, André Luiz; Brugnolli, Rafael Medeiros; Oliveira, Gustavo Henrique; Miguel, Angélica Estigarribia São; Souza, Luzilene de Oliveira.** 2014: "Eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS". *Geografia (Rio Claro. Impresso),* 39, 541-551.

**Piveli, Roque Passos.** 1996: *Qualidade das águas*. São Paulo: FSP.

**Ragassi, Bruna; Américo-Pinheiro, Juliana Heloisa Pinê; Silva Junior, Osmar Pereira da.** 2017: "Monitoramento do oxigênio dissolvido no Córrego das Marrecas – SP como principal parâmetro de qualidade da água". *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, Tupã, 13(5). https://doi.org/10.17271/1980082713520171704

**Silva, Aichely Rodrigues da; Fonseca, Alessandra Larissa D´Oliveira.** 2018: "Panorama da qualidade das águas brasileiras: uma abordagem do estado do Maranhão". In: Santos, Luiz Carlos Araújo; Seabra, Giovanni de Farias; Castro, Claudio Eduardo de Geografia (Org.). *Trabalho, Sociedade e Meio Ambiente.* São Luís: Eduema, 30 - 47.

**Silva, Maria Raimunda Chagas; Silva, Leonilde Vatanabe da; Barreto, Larissa Nascimento; Rodrigues, Eduardo Henrique Costa; Miranda, Rita de Cássia Mendonça de; Bezerra, Denilson Silva; Pereira, Dagolberto Calazans Araujo.** 2017: "Qualidade da Água da Bacia do Rio Pindaré, nos trechos correspondentes aos Municípios de Pindaré- Mirim, Tufilândia e Alto Alegre no Estado do Maranhão". *Águas Subterrâneas*, 31(4), 347-354. https://doi.org/10.14295/ras.v31i4.28929

**Sit, Muhammed; Demiray, Bekir; Xiang, Zhongrun; Ewing, Gregory; Sermet, Yusuf; Demir, Ibrahim.** 2020: "A comprehensive review of deep learning applications in hydrology and water resources". *Water Sci. Technol***,** 82, 2635–2670. https://doi.org/10.2166/wst.2020.369

**Von Sperling, Marcos.** 2005: *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental.

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# Um encontro entre Potter e Boaventura nas margens do Rio Belém: o que ainda precisa ser dito sobre a universalização do acesso à água potável?

## *A meeting between Potter and Boaventura on the banks of the Belém River: what still needs to be said about universal access to drinking water?*

**Marta Luciane Fischer**
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Curitiba, Paraná, Brasil
marta.fischer@pucpr.br
ORCID: 0000-0002-1885-0535

**Caroline Filla Rosaneli**
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Curitiba, Paraná, Brasil
caroline.rosaneli@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3710-5829

**Información del artículo**
**Recibido:** 6/04/2023
**Revisado:** 1/11/2023
**Aceptado:** 21/11/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.7875

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMO**

Neste ensaio crítico, teórico e reflexivo, questiona-se o que ainda precisa ser dito sobre o direito ao acesso à universalização da água potável, promovendo-se, em caráter inovador, o encontro das perspectivas teóricas de Van Rensselaer Potter, bioquímico estadunidense e expoente da bioética, e Boaventura de Sousa Santos, sociólogo português que cunhou o termo Epistemologias do Sul. A reflexão se desenvolveu a partir de uma cena cotidiana na Vila das Torres, em um trecho urbano do rio Belém, Curitiba, sul do Brasil, cujas vulnerabilidades ambientais e sociais extrapolam os limites geográficos e temporais. Subsidiado pela convergência dos conhecimentos científicos, tecnológicos e tradicionais que buscam proteger a natureza, a cultura, a dignidade e a esperança de todos os seres vivos que compõem os ecossistemas urbanos, os dados sustentam a perspectiva da Bioética Ambiental como alternativa para esse encontro, uma vez que visa atender às expectativas multidisciplinares de Potter e de Boaventura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bioética Ambiental, Natureza, Rio Urbano, Direito à Água, Direitos Humanos.

**ABSTRACT**

This critical, theoretical and reflective essay questions what still needs to be said about the right to access to universal drinking water. It promotes, in an innovative way, the meeting of the theoretical perspectives of Van Rensselaer Potter, an American biochemist and exponent of bioethics, and Boaventura de Sousa Santos, a Portuguese sociologist who coined the term Epistemologies of the South. The reflection developed from an everyday scene in Vila das Torres, in an urban stretch of the Belém River, Curitiba, southern Brazil, whose environmental and social vulnerabilities go beyond geographic and temporal limits. Supported by the convergence of scientific, technological and traditional knowledge that seeks to protect nature, culture, dignity and hope of all living beings that make up urban ecosystems, the data support the perspective of Environmental Bioethics as an alternative for this encounter, instead, it aims to meet the multidisciplinary expectations of Potter and Bonaventure.

**KEYWORDS:** Environmental Bioethics, Nature, Urban River, Right to Water, Human Rights.

## *Un encuentro entre Potter y Boaventura a orillas del río Belém: ¿qué queda por decir sobre el acceso universal al agua potable?*

**RESUMEN**

Este ensayo crítico, teórico y reflexivo cuestiona lo que aún queda por decir sobre el derecho al acceso universal al agua potable. Promueve, de manera innovadora, el encuentro de las perspectivas teóricas de Van Rensselaer Potter, bioquímico estadounidense y exponente de la bioética, y Boaventura de Sousa Santos, sociólogo portugués que acuñó el término Epistemologías del Sur. Escena cotidiana en Vila das Torres, en un tramo urbano del río Belém, Curitiba, sur de Brasil, cuyas vulnerabilidades ambientales y sociales van más allá de los límites geográficos y temporales. Apoyados en la convergencia de conocimientos científicos, tecnológicos y tradicionales que buscan proteger la naturaleza, la cultura, la dignidad y la esperanza de todos los seres vivos que integran los ecosistemas urbanos, los datos sustentan la perspectiva de la Bioética Ambiental como una alternativa para este encuentro, en cambio, Su objetivo es satisfacer las expectativas multidisciplinarias de Potter y Buenaventura.

**PALABRAS CLAVE:** Bioética Ambiental, Naturaleza, Río Urbano, Derecho al Agua, Derechos Humanos.

## *Rencontre entre Potter et Bonaventure sur les rives du fleuve Belém : que reste-t-il à dire sur l'accès universel à l'eau potable ?*

**RÉSUMÉ**

Cet essai critique, théorique et réflexif s'interroge sur ce qu'il reste à dire sur le droit à l'accès universel à l'eau potable. Il réunit les perspectives théoriques de Van Rensselaer Potter, biochimiste américain et défenseur de la bioéthique, et de Boaventura de Sousa Santos, sociologue portugais qui a inventé le terme d'épistémologies du Sud. La réflexion s'est développée à partir d'une scène quotidienne à Vila das Torres, un tronçon urbain de la rivière Belém à Curitiba, dans le sud du Brésil, dont vulnérabilités environnementales et sociales dépassent limites géographiques et temporelles. Soutenues par la convergence des connaissances scientifiques, technologiques et traditionnelles qui cherchent à protéger la nature, la culture, la dignité et l'espoir de tous les êtres vivants qui composent les écosystèmes urbains, les données soutiennent la perspective de la bioéthique environnementale en tant qu'alternative pour cette rencontre, car elle vise à répondre aux attentes multidisciplinaires de Potter et Bonaventura.

**MOTS-CLÉ:** Bioéthique Environnementale, Nature, Rivière Urbaine, Droit à l'Eau, Droits de l'Homme.

## *Un incontro tra Potter e Bonaventura sulle rive del fiume Belém: cosa c'è ancora da dire sull'accesso universale all'acqua potabile?*

**SOMMARIO**

Questo saggio critico, teorico e riflessivo si interroga su ciò che ancora deve essere detto sul diritto all'accesso universale all'acqua potabile. Riunisce le prospettive teoriche di Van Rensselaer Potter, biochimico americano ed esponente della bioetica, e di Boaventura de Sousa Santos, sociologo portoghese che ha coniato il termine Epistemologie del Sud. La riflessione si è sviluppata a partire da una scena quotidiana a Vila das Torres, un tratto urbano del fiume Belém a Curitiba, nel sud del Brasile, le cui vulnerabilità ambientali e sociali vanno oltre i limiti geografici e temporali. Sostenuti dalla convergenza di saperi scientifici, tecnologici e tradizionali che cercano di proteggere la natura, la cultura, la dignità e la speranza di tutti gli esseri viventi che compongono gli ecosistemi urbani, i dati sostengono la prospettiva della Bioetica Ambientale come alternativa per questo incontro, poiché mira a soddisfare le aspettative multidisciplinari di Potter e Bonaventura.

**PAROLE CHIAVE:** Bioetica Ambientale, Natura, Fiume Urbano, Diritto all'Acqua, Diritti Umani.

## Introdução

O presente ensaio crítico nasceu de um breve instante de conexão, em um momento distinto ao longo do ano de 2022, com uma cena de lazer de uma comunidade em situação de vulnerabilidade. O marco de uma nova fase que se instalou no mundo pós-pandêmico, cuja população isolada pelo enfrentamento da crise sanitária, se deparou com a oportunidade de confraternizar em um espaço comunitário às margens de um rio poluído. Uma cena que extrapola os limites geográficos e temporais, se repetindo cotidianamente, em diferentes partes do planeta, invisibilizada pela naturalidade da destruição cometida contra a natureza, a cultura, a dignidade e a esperança. A inquietação diante da incipiência de medidas preventivas e de ações efetivas na mitigação e na superação de cenas como, essa conduziu à reflexão sobre o que todavia falta ser falado sobre o direito ao acesso à água potável.

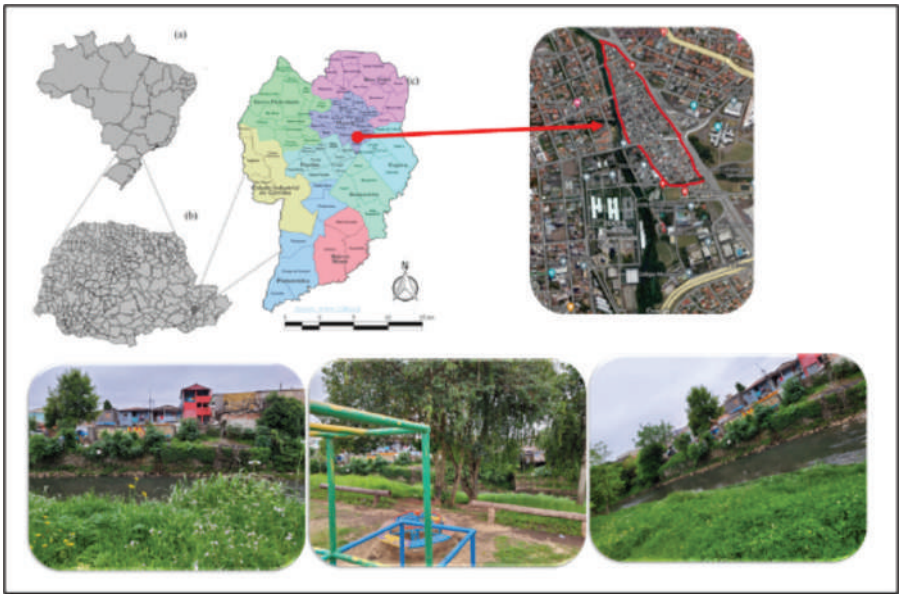
A reflexão foi construída a partir da ligação com um trecho de um rio onde se desenvolveu a maior comunidade da cidade de Curitiba, estado do Paraná, sul do Brasil, a Vila das Torres (Figura 1). Com o mais baixo índice de desenvolvimento humano municipal de 0,623[1], se constitui de uma invasão irregular iniciada há 66 anos em uma área de 199,4 mil m$^2$ pertencentes a diversos proprietários. Dados do censo do ano 2000[2] já indicavam uma congregação de 4.231 moradores com renda mensal de 2,2 a 3,1 salários-mínimos, distribuídos em 1.028 domicílios, sendo que cerca de 673 já eram dotados de título de propriedade. Com a denominação atual de Unidade de Desenvolvimento Humano (UDH) está localizada a 2 km da área central da cidade, superando o título de 'favela' em 1995, sendo a partir de então provida com redes de água, coleta e tratamento de esgoto, energia elétrica, drenagem e pavimentação de ruas. Segundo Requião et al.[3], encontros cotidianos entre os moradores fortalecem o sentimento de pertencimento que transformam a identidade e a memória coletiva. Um levantamento da percepção socioambiental da comunidade foi realizado por Santos[4] alertando para o clamor pelo seu direito, especialmente de fala, na busca de ações e soluções coletivas em colaboração com o poder público. Cidadãos que percorrem vias importantes da cidade reconhecem o estado de vulnerabilidade de pessoas que não entram nas estatísticas oficiais de acesso aos serviços hídricos, e de que há muito que ser feito pela justiça social de moradores de uma cidade que detém o título de ecológica e sustentável[5].

O cenário em questão ocorre às margens de um importante rio urbano de Curitiba: o rio Belém, cuja nascente localiza-se no bairro Cachoeira, norte da cidade e a foz nas cavas do rio Iguaçu, no bairro Boqueirão, sul da cidade. Com 21 km de extensão e 88 km$^2$, perpassa por 36 dos 75 bairros do município, cujo leito abriga ciclovias, ruas, praças, indústrias, casas e ocupações irregulares, sendo que na região central ele corre em galerias subterrâneas. Embora a cidade tenha se desenvolvido em suas margens usufruindo do acesso à água potável, os processos antrópicos, como a poluição por esgotos clandestinos, os poluentes orgânicos e químicos das indústrias e das residências, a propagação de doenças e de pragas urbanas, a destruição da mata ciliar, a erosão, o assoreamento, a canalização, a impermeabilização enfim, tudo isso faz com que não seja reconhecido pelos curitibanos como um elemento natural da sua paisagem[6]. Os tradicionais transbordamentos estimularam as primeiras grandes obras de saneamento da cidade[7]. Contudo, embora a revitalização do referido rio —que, pode-se afirmar, é o mais poluído e maltratado ao longo de 20 km— seja uma reivindicação social, aparentemente não se constitui em uma preocupação da gestão pública e de organizações não governamentais, pois o que é presenciado é um rio que exala um cheiro forte, um odor desagradável, que ameaça a saúde física, mental, espiritual, social e ambiental de toda sua população.

A cena observada para esse diálogo ocorreu em um pequeno trecho da margem do rio Belém, teoricamente revitalizado[8] e assistido pelo projeto "Amigos do Rio", lançado em 2019, e que de acordo com a prefeitura[9], foi responsável pela despoluição e limpeza dos rios de Curitiba, impactando mais de 27,4 mil pessoas por meio de 200 ações de educação ambiental em condomínios, em associações, em igrejas e em centros comunitários.

[1] Vila Torres: um lugar de pertencimento. https://www.plural.jor.br/noticias/vizinhanca/vila-torres-um-lugar-de-pertencimento/
[2] https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/maior-parte-dos-moradores-da-vila-das-torres-tem-casa-propria/448#:~:text=A%20popula%C3%A7%C3%A3o%20neste%20compartimento%20da,e%2049%2C3%25%20mulheres y https://www.facebook.com/viladastorres/
[3] Requião et al., 2021.
[4] Santos, 2011.
[5] Stramantino et al., 2022.
[6] Stramantino et al., 2022.
[7] Matadouro Municipal do Guabirotuba. https://www.memoriaurbana.com.br/matadouro-municipal-guabirotuba/o-rio-belem/
[8] https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/prefeitura-e-comunidade-promovem-recuperacao-do-rio-belem-na-vila-torres/53576
[9] https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/amigo-dos-rios-leva-educacao-ambiental-a-mais-de-27-mil-pessoas/51729

Figura 1. Mapa de Localização da área de estudo: a) Brasil, b) Paraná, c) Curitiba, d) Vila das Torres



Fonte: Mapa adaptado Google Maps com desenhos das autoras. Fotos: Autora, 2023.

O espaço, contando com o plantio de mudas de árvores nativas e flores, com grama aparada, com brinquedos infantis e bancos, conclama os moradores para usufruírem momentos de lazer e de confraternização às margens do rio, materializando a imaginação de pintores clássicos como Georges Seurat em sua obra "Tarde de Domingo no Parque na Ilha de Grande Jatte"[10]. No entanto, por um detalhe importante não é possível perceber a mesma integridade: o rio que corria a encher os sentidos de seus convidados, estava morto, em suas águas móveis, lixo e esgoto, e nas árvores de sua margem repousavam roupas, provavelmente fruto de doações que não encontraram conexões, aumentando ainda mais o clima de invisibilização e descaso. Contudo, o mais chocante foi justamente a normalidade da situação aos alhos da comunidade, que usufrui dos 'benefícios', e da sociedade e dos gestores que se satisfazem por suas doações.

Em um flash temporal, ao cruzar uma via que corta a comunidade para dar acesso a rodovias estaduais e federais, foi transposto para um momento do tempo e do espaço duas figuras importantes: Van Rensselaer Potter, bioquímico estadunidense e expoente da Bioética Ambiental[11] e Boaventura de Sousa Santos, o jurista português que cunhou o termo Epistemologias do Sul[12]. Então, em um exercício mental reflexivo, projetou-se como seria o encontro desses dois importantes pesquisadores; um da área biomédica, que conclamava pela conexão das ciências humanas, e o outro das humanidades, que conclamava a conexão com a natureza.

Questionando-se o que ainda é necessário ser dito a respeito do direito ao acesso à universalização da água potável, no presente ensaio crítico, de cunho teórico e reflexivo, promove-se, em caráter inovador, o encontro das perspectivas teóricas de Potter e Boaventura, na interpretação de um cotidiano de muitas cidades: um rio poluído que corta a cidade, gerando vulnerabilidades inaceitáveis, contudo toleráveis, normalizadas e invisibilizadas. Assim, objetivou-se, por meio de uma revisão bibliográfica como da caracterização da gestão dos serviços hídricos na realidade brasileira promover uma confluência com os pressupostos da Bioética Ambiental na reflexão de soluções que congreguem as perspectivas éticas de Potter e Boaventura, refletir sobre o papel da Bioética Ambiental na promoção do acesso universal à água potável.

O recorte desta pesquisa parte da cidade de Curitiba, reconhecida nacional e internacionalmente pelo investimento em sustentabilidade, referida como capital ecológica do Brasil por prover mais de 60m$^2$ de área verde por habitante, um valor cinco vezes maior do que aquele recomendado pela Organização Mundial da Saúde[13]. Acresce-se o posicionamento do município

[10] Pinturas de Pessoas em piqueniques nos parques e jardins. https://deniseludwig.blogspot.com/2014/02/pinturas-de-piqueniques-em-parques-e.html
[11] Potter, 2018.
[12] Santos, 2018.
[13] https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/curitiba-e-a-cidade-mais-inspiradora-do-mundo-em-preservacao-de-areas-verdes/63933

no *ranking* nacional de saneamento que registra 100% de atendimento da população quanto ao acesso à água encanada, e quase 100% de tratamento de esgoto[14]. Contudo, a infraestrutura provida para seus cidadãos não foi suficiente para evitar o enfrentamento de uma crise hídrica, concomitante às medidas de contenção da pandemia Covid-19 entre os anos de 2020-2021[15]. As limitações impostas às medidas básicas de higienização e as desigualdades no acesso e no armazenamento de água revelaram vulnerabilidades inviabilizadas[16]. Assim, partindo da dissonância identificada entre a idealização e a realidade foi proposto o delineamento metodológico da presente pesquisa, o resgate de dados empíricos registrados para realidade brasileira, como representante dos países do Sul, a fim de subsidiar a identificação dos limitantes para o atendimento ao direito básico universal de acesso à água potável. O presente ensaio não se propõe a aprofundar a situação específica da comunidade da Vila das Torres ou do rio Belém, nem tão pouco esgotar a temática da crise hídrica, mas sim refletir a respeito dos limitantes éticos na tomada de soluções efetivas, especialmente em países do Sul, que mesmo assistido por legislações e políticas públicas, toleram situações inaceitáveis que comprometem o mínimo necessário para existência digna de pessoas e dos demais seres vivos.

## A Bioética das águas

A perspectiva bioética do acesso à água potável se estabelece com as reflexões do cientista Van Rensselaer Potter[17]. Os Estados Unidos representam o recorte geográfico e o espaço temporal o ano de 1971, momento em que a economia capitalista norte-americana se fortalece no pós-guerras. Embora Potter tenha percorrido a sua vida acadêmica desenvolvendo estudos experimentais na área da oncologia, entrou em contato com ideias emergentes da ecologia, sustentabilidade e educação ambiental, transpondo sua área de atuação em pesquisa de bancada, estabelecendo uma analogia entre os efeitos das células cancerígenas com o impacto dos seres humanos no planeta Terra[18]. Potter foi um dos pioneiros no emprego do neologismo Bioética e, embora a área do saber tenha se fortalecido no segmento da ética médica, sua preocupação inicial era com a sobrevivência planetária. Para Potter[19], o desenvolvimento tecnológico e científico estava ocorrendo numa velocidade extraordinária e incompatível com a capacidade da sociedade de resolver os conflitos que acompanhavam as inovações, que *a priori* intencionava melhorar a vida de todos.

Potter[20] entendia que a dissociação entre as ciências biomédicas e as ciências humanas era um fator decisivo, pois as decisões dos limites de exploração dos recursos naturais e da geração de vulnerabilidades, demandavam de balizadores éticos e humanitários. A bioética na perspectiva de Potter[21] foi idealizada, então, como a figura de uma ponte que uniria os argumentos científicos, sociais e éticos por meio de um diálogo multidisciplinar entre agentes morais, pacientes morais e vulneráveis. A deliberação se constitui, assim, de um processo apropriado pela bioética, pleiteando uma escuta acolhedora, resultante em uma confluência de valores e princípios éticos e a tomada de solução coletiva e benéfica para todos os atores envolvidos direta ou indiretamente com a questão.

Na obra Bioética Global[22], Potter ampliou a perspectiva ecológica da bioética ao prever catastróficos cenários ambientais com o aumento da população mundial, com a exploração predatória dos recursos naturais, com o aumento da poluição, com as mudanças climáticas e com o domínio do sistema capitalista. Em relação aos recursos hídricos, apontou a negligência para com as futuras reservas de águas. Potter[23] alertou para o esgotamento e para a degradação das reservas hídricas por contaminação com resíduos tóxicos, originários principalmente da agricultura. Enquanto muitas cidades captavam água para uso doméstico, industrial e na agricultura por meio de desvios de cursos d'água em represas, outras estavam exercendo a mineração e bombeando água de aquíferos subterrâneos. Nesse contexto, a quantidade de água extraída excedia a reposição natural pelas chuvas. A prática, aprimorada com a invenção da bomba centrífuga, após a Primeira Guerra Mundial, para o uso da água represada ou extraída, sempre esteve atrelada a uma questão ética importante: as decisões devem ser balizadas pelos interesses e necessidades presentes ou futuros?[24]. A reflexão apresentada por

[14] Instituto Trata Brasil, 2022. https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Resumo_Executivo_-_Ranking_22.pdf
[15] Stramantino et al. 2022.
[16] Fischer et al., 2021. Fischer; Rosaneli, 2022.
[17] Potter, 2016.
[18] Fischer et al., 2017. Fischer et al., 2018.
[19] Potter, 2016.
[20] Potter, 2016.
[21] Potter, 2016.
[22] Potter, 2018.
[23] Potter, 2018.
[24] Potter, 2018.

Potter[25] quanto à proeminência de interesses econômicos aos valores humanos na exploração da água ocorreu na década de 1980, momento em que cientistas já apontavam há pelo menos duas décadas o desaparecimento paulatino de lençóis freáticos.

Dados de contaminação dos lençóis freáticos colocaram os ambientalistas do final do século XX apreensivos com o risco de diminuir drasticamente a disponibilidade de água potável no planeta. Os aquíferos estavam vulneráveis aos processos antrópicos como aterros sanitários, mineração, exploração de gás e petróleo, injeção de resíduos em poços, agrotóxicos e fertilizantes, confinamento de gado, sais para degelos, esgotos com vazamento, derreamentos e invasão de água salobra. Potter concluiu: "*O dilema do dólar é evidente em toda parte: o conflito entre o ganho presente e saúde futura é claramente um problema bioético cuja solução requer acesso a conhecimento biológico*". Concomitante ao óbvio impacto ambiental, Potter ressaltou os impactos na saúde humana, a tolice em se acreditar que a população humana poderia evoluir para uma adaptação fisiológica ou, ainda, que os avanços médicos seriam suficientes para mitigar os problemas advindos com as atitudes irresponsáveis. Em um momento histórico em que a globalização não era uma realidade, o bioeticista alertou para o impacto ambiental além das fronteiras geográficas, tomando como exemplo a chuva ácida[26].

As ideias de Potter emergiram para reflexão da cena que subsidia esse ensaio crítico, uma vez que o cenário mundial vivenciado na atualidade é justamente fruto de um descaso aos seus alertas e recomendações da necessidade de inserir os pressupostos bioéticos nas decisões a respeito do uso da água. A bioética incorpora valores universais como mediadores de como usar e preservar um bem vital comum, porém, fica claro que se em uma cidade reconhecida como sustentável, tolera-se uma situação como a descrita, supõe-se que os valores em questão não envolvam a saúde, a dignidade ou a estética[27].

## As Epistemologias do Sul

A perspectiva sanitária do acesso à água potável é apoiada nas intervenções de Boaventura de Sousa Santos, um sociólogo português, com formação norte-americana justamente na época em que despontavam as ideias de Potter. Sua ampla produção acadêmica, sua militância e o diálogo com movimentos sociais de diferentes partes do mundo subsidiaram a reflexão sobre as desigualdades enfrentadas pelos países colonizados, balizados pelas 'Epistemologias do Sul[28]'. Boaventura, assim como Potter, vislumbrava na interdisciplinaridade uma perspectiva de solução de problemas globais, consequentemente, agregava as reivindicações de Potter da perspectiva humana nas intervenções biomédicas, ao conclamar pela incorporação da natureza na área de atuação das ciências sociais. Boaventura trouxe uma reflexão altamente compatível com as soluções para os problemas levantados por Potter, intrínsecas as suas três ideias básicas: a) a interpretação do mundo transpõe a perspectiva ocidental; b) a justiça social não existe sem justiça cognitiva; e c) transformações emancipadoras demandam a valoração da diversidade.

Para Boaventura, o capitalismo global, o colonialismo e o patriarcado se transformam em inverdades institucionalizadas gerando, em proporção geométrica, a exclusão e a discriminação em todos os níveis: pessoal, coletivo e ambiental, demandando uma ruptura da epistemologia da cegueira e propondo uma "sociologia das ausências/emergências" e uma "ecologia dos saberes". Assim, problemas modernos necessitam de soluções modernas, ou seja, na mesma medida da profundidade e da amplitude. Logo, deve congregar conhecimentos tecnológicos, científicos e culturais em vias de uma inovação social, uma vez que problemas graves precisam superar as respostas débeis disponibilizadas pela academia tradicional[29], perspectiva que conduziu ao trânsito por questões como a fome e a sede, até o enfrentamento de pandemias e de mudanças climáticas[30].

Os olhares alternativos que Boaventura lançou na luta pela igualdade, que é a principal pauta da agenda da bioética, disseminada desde as ideias primordiais de Potter, que acolhe a temática do acesso à água potável. Assim, a resistência aos processos globais de contra-hegenômicos; a defesa dos direitos humanos; a ecologia dos saberes emancipatórios e libertários; a pedagogia do deslocamento da escuta amplia e interconecta os olhares das ciências da vida e das ciências sociais. Boaventura denominou suas propostas de "ferramentas conceituais" que buscam a justiça coletiva por meio do interconhecimento, da mediação e da celebração de alianças. Neste contexto se faz necessária a superação das contradições entre diferentes paradigmas, entre comunidades domésticas e cooperativas e entre o poder

[25] Potter, 2018.
[26] Potter, 2016.
[27] Stramantino et al., 2022.
[28] Santos, 2018.
[29] Santos, 2018.
[30] Santos, 2021.

do conhecimento científico. Perspectivas, estas, condizentes com os pressupostos bioéticos, mesmo sem Boaventura ter aplicado o termo ou o conceito da Bioética.

Boaventura[31] agregou às perspectivas multidisciplinares propostas por Potter[32], ao intencionar romper com as dicotomias, cuja hierarquia subordinadora foi fortemente estabelecidas ao longo da história: sul/norte e oriente/ocidente, ditando os valores culturais, sociais e econômicos e transpassando de forma avassaladora sobre saberes e formas de viver, expropriando, suprimindo, silenciando, gerando desigualdades sociais ao repudiar a diversidade. Flausino e Gallardo[33] imputaram à revitalização de rios urbanos o potencial de benefícios não tangíveis decorrentes de oferta de serviços ecossistêmicos culturais, uma vez que agregam valor à qualidade de vida, às interações pessoais, ao lazer, à contemplação e à identidade.

Considerando que um terço do planeta atualmente está desertificado ou comporta áreas construídas, um terço são florestas e um terco é destinado para agricultura, para Boaventura "os grandes problemas ambientais na dimensão espaço/tempo se agregam em três vetores: a) explosão demográfica; b) globalização econômica; e c) degradação ambiental"[34], todos aspectos apontados por Potter como interconectados, o que potencializa o comprometimento da sobrevivência planetária. A explosão demográfica tem seu maior impacto em países periféricos, e como já previa Potter[35], cuja desigualdade entre a população e os recursos naturais e sociais culminaria em cidades congestionadas, sem saneamento e sem serviços sociais mínimos, fome, desemprego, violência e colapso ecológico. Diante desse quadro, as emergências climáticas potencializam todas as formas de migração, em especial para os grandes centros, vistos como lugares promissores para uma vida digna que, na verdade, não é concretizada, tendo em vista a ocupação irregular e a falta de acesso aos serviços básicos[36]. Esta realidade é vivenciada na Vila das Torres e em tantas outras comunidades dos países do Sul.

A globalização econômica, intensificada nas últimas décadas, abre espaço para que empresas multinacionais imputem a cultura de exportação, voltando-se para o financiamento de grandes empreendimentos que visam usufruir de um menor controle legal e de elevada corrupção para explorarem ao máximo as *commodities*. Consequentemente, se incentiva o que é de interesse internacional, aumentando as desigualdades, alienando os processos e desincentivando o desenvolvimento de inovação e tecnologia[37]. A privatização do sistema de gestão dos serviços hídricos reflete modelos dos países do Norte, que encontram como empecilhos nos países do Sul um montante de população que não tem como arcar com esse custo, dependendo de programas assistencialistas[38]. Obviamente que o gestor público está mais hábil em prover a assistência ao cidadão, do que o gestor privado, ao consumidor[39], por isso alguns países latinos como Equador, Bolívia e Colômbia, se posicionaram apoiados em perspectivas ecocêntricas, regulamentando a coparticipação dos cidadãos na adoção de medidas protetivas ao direito à água[40].

Por fim, a degradação ambiental confluindo os efeitos do aumento da população e da globalização se consistiu em um problema transnacional. Dependendo de como as consequências serão enfrentadas poderá intensificar o conflito global entre Norte/Sul ou transpor o conflito por meio de uma plataforma de solidariedade global e intergeracional. Em decorrência da pressão das nações opressoras que se utilizam de técnicas obsoletas de exploração agrícola, industrial e de gestão urbana, promovendo a desertificação, salinização, erosão do solo, destruição de florestas, esgotamento da água potável, poluição e efeito estufa. No entanto, aparentemente o Norte não apoiou a perspectiva ambiental da bioética de Potter, assim como não tem se mostrado disposto a abandonar hábitos poluidores e tão pouco contribuir para mudança desses hábitos no Sul. Contudo, Boaventura desmistificou que a capacidade de poluição é a única arma que o Sul possui para confrontar o Norte.

A inacessibilidade à água potável é multifatorial[41] e se constitui em um problema complexo, envolvendo diferentes atores em distintos cenários. No entanto, Boaventura identificou alternativas como, por exemplo, uma produção ecossocialista, agricultura orgânica e redes alternativas de proteção comunitária para o uso do solo sem degradar a natureza, sendo uma forma de atender às necessidades individuais sem comprometer

[31] Santos, 2018.
[32] Potter, 2018.
[33] Flausino; Gallardo, 2021.
[34] Santos, 2018.
[35] Potter, 2018.
[36] Rosaneli et al., 2021a. Stramantino et al., 2022.
[37] Fischer; Rosaneli, 2022.
[38] Stramantino et al., 2022.
[39] Pontes e Schramm, 2004.
[40] Moraes, 2013.
[41] Stramantino et al., 2022.

as necessidades humanas presentes e futuras[42]. Boaventura ainda identificou na "ecologia dos saberes", uma oposição à lógica da monocultura do conhecimento, uma forma de dominação, principalmente de países centrais, que detêm o acesso ao desenvolvimento de ciência e de tecnologia. Obviamente que o sociólogo não está negando a importância da ciência, mas conclamando para que se deem credibilidade para os conhecimentos não científicos, o que agrega a demanda de Potter de inserir valores éticos e morais nas decisões relativas ao desenvolvimento tecnocientífico.

A ciência moderna, na forma como se apresenta, incentiva ao pensamento abissal e sua soberania[43]. A diversidade agrega mais alternativas, destituindo, assim, o poder político de decisões de interesses comunitários. A própria crise ambiental tem ilustrado que alternativas locais perdem valor como soluções inovadoras se não forem compartilhadas. Indubitavelmente o mundo, para além da Vila das Torres, vive uma crise ambiental e as catastróficas previsões de Potter da década de 1970 já estão implementadas, logo, o caráter é de urgência e o mesmo autor reitera que não há mais tempo para alerta, é preciso mitigá-las ou pelo menos conter o seu avanço. A crise ecológica mundial tem impactado além das óbvias mudanças climáticas e da perda de biodiversidade, pois estão sendo perdidos saberes e conhecimentos tradicionais[44]. Miranda[45] acredita que os estudos e a compreensão dos problemas ecológicos são limitados pela dificuldade que a sociedade enfrenta para confrontar os interesses econômicos e políticos. Enquanto Nunes e Louvison[46] identificam o potencial da "ecologia dos saberes" na descolonização da saúde pública. Para Boaventura, a educação emancipatória não evita o conflito, mas o compreende como parte construtora das soluções, logo deve articular a justiça social e cognitiva desenvolvendo a autonomia crítica na atuação do cidadão de forma a se posicionar no mundo e na vida de uma maneira sustentável, por meio de uma Co presença radical[47]. Justamente o que conclamam os moradores da Vila das Torres[48], assim como os cidadãos invisibilizados em muitas comunidades periféricas do Brasil e do Mundo.

As perspectivas de Boaventura demostram que a situação vivenciada atualmente —cena proposta na Vila das Torres para essa reflexão sobre o rio Belém— reflete processos consolidados em países colonizados e, infelizmente, não superados, que normatizam as desigualdades que limitam os direitos de cidadãos de usufruírem das necessidades básicas para qualidade de vida. A invisibilidade de seus valores vai além do não atendimento às suas necessidades, e é fruto do desconhecimento de seus interesses.

## A Colonização e o acesso à água potável

A partir da confluência das perspectivas de Potter e Boaventura emerge o questionamento da peculiaridade das vulnerabilidades dos países colonizados à universalização do acesso à água potável. Para tal, apresentam-se alguns documentos e medidas sobre políticas públicas envolvidas na gestão das águas e seu potencial de sinergia com a Bioética e os Direitos humanos.

Inicialmente deve-se considerar que do montante de água presente no planeta Terra apenas 2,5% se constituem de água doce, sendo que 1% está acessível para o consumo em rios, nos lagos e no subsolo. Cerca de 72% da água utilizada é destinada para a agricultura, 12% para a indústria e 16% para o uso doméstico[49]. Porém, 1 bilhão de pessoas não têm acesso à água potável e 1,8 bilhão não tem acesso ao saneamento básico[50]. E, ainda, 10% da população (cerca de 17 milhões de pessoas) ainda usa o sistema clandestino e 5,4% têm apenas uma torneira em casa.

O Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento da Água das Nações Unidas[51], intitulado '*Valorização da Água*', aponta que cinco perspectivas estão inter-relacionadas na demanda atual de defesa dos direitos humanos e na "saciedade da água": 1) a valorização das fontes hídricas, recursos hídricos *in situ* e ecossistemas; 2) valorização da infraestrutura hídrica para armazenamento, uso, reuso ou ampliação do abastecimento de água; 3) valorização dos serviços de água, principalmente água potável, saneamento e aspectos relacionados à saúde humana; 4) valorização da água como insumo para a produção e atividade socioeconômica, como alimentação e agricultura, energia e indústria, negócios e emprego; e 5) outros valores socioculturais da água, incluindo atributos recreativos, culturais e espirituais, experiências de diferentes regiões globais; oportunidades para reconciliar vários valores da água

[42] Santos, 2018.
[43] Gomes, 2012.
[44] Miranda, 2017.
[45] Miranda, 2017.
[46] Nunes; Louvison, 2020.
[47] Gomes, 2012.
[48] Santos, 2011.
[49] FAO et al., 2022.
[50] ONU, 2021.
[51] ONU, 2021.

por meio de abordagens mais integradas e holísticas de governança e abordagens de financiamento. O documento subsidia a perspectiva de valoração utilitária e funcional da água corroborando que a insuficiência de água impacta para além dos atendimentos fisiológicos e higiênicos. Fischer e Rosaneli[52] propuseram o conceito de "fome de água" ao imputar uma dimensão bioética a todas as faltas e excessos que matam corpos, mentes, espíritos, instituições e ecossistemas, demostrando que a sem acesso à falta de água, contempla uma dimensão que demanda de novos olhares. Importante reiterar a necessidade de respaldar o valor intrínseco da água e o direito à existência de sua natureza fluida, que conecta os organismos vivos e os elementos naturais, transpondo barreiras geográficas, políticas e temporais.

As políticas públicas de acesso à água potável e saneamento no Brasil alimentam um viés privatista confluente com o colonialismo. O impacto do pensamento colonial neste contexto advém de formas históricas de controle de trabalho, recursos e produtos que orbitam em torno do capitalismo e do mercado mundial[53]. O controle da água e sua apropriação como commodities têm como expectativa uma Guerra Global, cujo a raridade pode ser almejada pelo mercado, como forma de valorizar o seu valor na bolsa de valores. A privatização da água não é um evento recente, chegando ao ápice com a entrada na bolsa de Nova York, ampliando as desigualdades e, em consequência, produzindo mais inacessibilidade de pessoas a um bem vital. A América Latina apresentou as primeiras experiências com privatização da água em países em desenvolvimento, incentivadas principalmente pelo Banco Mundial, que direcionou financiamentos para gestão hidrológica, imputando a água como elemento de mercado, obviamente sujeito às leis internacionais de mercado, podem viabilizar os lucros[54].

A gestão dos recursos hídricos, para Pontes e Schramm[55], conclama por soluções coletivas que devem ser intermediadas pelo Estado, assumindo três papeis: a) atuação direta por instituições públicas; b) atuação direta por intuições públicas com direito privado, arcando com a responsabilidade executora e fiscalizadora; e c) atuação indireta, transferindo a responsabilidade executora para instituições privadas e mantendo apenas o papel fiscalizatório. Os autores alertaram que a limitação do controle privado em países com desigualdades sociais extremas advém da incerteza de garantir a universalidade de acesso aos recursos, uma vez que há a possibilidade de gerar conflito com a expectativa de obtenção de lucro. Instala-se, portanto, um cenário de insegurança hídrica, suprimindo o acesso a água como cidadania e a inserção do seu papel como mero consumidor. Devido aos entraves burocráticos para adotar intervenções compensatórias, o Estado não tem como garantir a justiça sanitária e Pontes e Schramm[56] atentaram para a inoperância de um sistema privado em uma sociedade que agrega um relevante montante da sua população à margem do sistema de abastecimento, logo, isenta do acesso aos serviços oficiais, as pessoas acabam por utilizar formas de captação e esgoto clandestinos, precisam se deslocar a grandes distâncias para obter água ou utilizam reservatórios domiciliares desprotegidos. Esta realidade que está representada na Vila das Torres, cuja assistência aos serviços hídricos não atende a todos os moradores, incapacita-os de enfrentarem os impactos de esgotos clandestinos que desaguam no rio Belém, para além de suas fronteiras.

Embora em um primeiro momento a solução para a questão da acessibilidade à água potável pareça estar além de qualquer possibilidade de ruptura com sistemas tão consolidados, é possível encontrar na América Latina dois exemplos bem-sucedidos na Bolívia e no Equador[57]. Em ambos os casos foi incluída na Constituição a sabedoria ancestral voltada para a preservação da natureza e o bem-viver, que partem da perspectiva comunitário como pressuposto para decisões ambientais. A solução se apresentou na mudança de paradigmas, na redistribuição do poder, na libertação do espelho eurocêntrico, na ecologia dos saberes e na perspectiva da natureza como sujeito de direito[58]. A partir do momento que a natureza é compreendida como um interessado na sua própria saúde e na preservação da vida, novas possibilidades, conhecimentos tradicionais e tecnológicos podem ser utilizados na defesa dos recursos naturais e vale ressaltar, não apenas para se gerar mais lucro.

Houve uma superação do antropocentrismo, sendo instituído o ecocêntrismo como paradigma ético por meio de uma mudança de consciência. Nesse contexto, reconhece-se e atribui-se valor ao meio ambiente, sendo inaceitável a apropriação econômica e privada dos serviços ambientais. Para tal, foi necessária uma resistência dos povos originários e da sociedade contra

[52] Fischer; Rosaneli, 2022.
[53] Irigaray; Souza, 2018.
[54] Irigaray; Souza, 2018.
[55] Pontes; Schramm, 2004.
[56] Pontes; Schramm, 2004.
[57] Irigaray; Souza, 2018.
[58] Santos, 2018.

o poder hegemônico dos países do Norte e da privatização da água, por meio de uma mobilização social que resultou no movimento do novo constitucionalismo latino-americano[59].

A partir do reconhecimento da natureza como sujeito de direito e da gestão da água ficar sob a responsabilidade estatal, balizadas por normas constitucionais e regionais em defesa do patrimônio natural, foi possível efetivar o direito fundamental de acesso à água e ao saneamento com qualidade e sem hierarquização de direitos. As políticas públicas devem ser firmadas como planos de gestão coletiva, mediadoras de tomada de decisão e orientadoras de ações dos governos e da sociedade. Irigaray e Souza[60] levantaram o potencial das iniciativas bolivianas e equatorianas de incentivarem outros países da América Latina a lançarem-se em uma transferência de uma nova ordem constitucional de inserção das comunidades, sinalizadas por princípios de solidariedade, de informação e de educação, sugestões que, diga-se de passagem, encontram respaldo nas perspectivas de Potter[61] e de Boaventura[62].

## O legado ético: a perspectiva brasileira

Ao refletir sobre a realidade apresentada por Curitiba, faz-se necessário realizar um paralelo com a vivência do acesso à água potável no Brasil. O reconhecimento do país pela abundância de suas águas —contemplando-se o aquífero Guarani[63], um dos maiores do mundo[64]—, acende o alerta à realidade brasileira que pode ser tomada como ponto de base para o estabelecimento de linhas interpretativas para soluções éticas no enfrentamento e superação dessa crise. A cena que abre este ensaio sobre a Vila das Torres desponta como uma oportunidade de congregar as expectativas de Potter e as soluções de Boaventura, a fim de transpor, para além, o problema dos rios urbanos, numa perspectiva de direitos de todos os seres vivos que coabitam em uma cidade e, assim possam dispor de elementos essenciais para sua sobrevivência e qualidade de vida[65].

No Brasil existem inúmeros instrumentos legais e políticas públicas voltados para a garantia do acesso à água potável que representa 12% da água doce do mundo Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), sendo que a Amazônia contém 70% desse montante, cujo acesso varia com a região. Assim, a cobertura do sistema de distribuição e as perdas nas regiões brasileiras, respectivamente, são: Sul 91% e 36,7%; Sudeste 91,3% e 38,1%; Centro/oeste 90,9% e 34,2%; Nordeste 74,9% e 46,3; e Norte 58,9% e 50,2%[66]. Em 1997 foi promulgada a Lei 9.433[67] que cria a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos baseadas nos fundamentos sobre a água: a) é um bem de domínio público; b) é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; c) em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; d) a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; e) a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política, sendo justificada a cobrança pelo uso de recursos hídricos para reconhecimento da água como bem econômico; f) deve-se incentivar a racionalização do uso da água; e g) obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos. Contudo, finaliza que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Em 2000 a Lei 9.984[68] criou ANA, representando uma tentativa de o Estado melhorar a gestão, vinculando o acesso à água à política pública de desenvolvimento social de combate à fome, justificada no uso da água para consumo humano e para a produção de alimentos como parte da segurança alimentar e nutricional. No entanto, apenas em 2010 a alimentação foi incluída entre os direitos sociais previstos na Constituição Federal brasileira, por meio do Direito Humano de Alimentação Adequada (DHAA)[69] e a ONU[70] decreta que a água limpa e segura é um direito humano essencial para gozar plenamente a vida. Contudo, Irigaray e Souza [71] pontuam que é um direito sem efeito, pois avanços nos aspectos normativos e nas conferências e acordos internacionais não têm refletido em mudanças efetivas. Deve-se considerar, ainda, a importância dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), nos quais, segundo Cini e colaboradores[72], há uma incompletude relevante dos

[59] Irigaray; Souza, 2018.
[60] Irigaray; Souza, 2018.
[61] Potter, 2018.
[62] Santos, 2018.
[63] Ribeiro, 2008.
[64] Ribeiro, 2008.
[65] Stramantino et al., 2022. Fischer; Rosaneli, 2022.
[66] Instituto Trata Brasil, 2022.
[67] Brasil, 1997.
[68] Brasil, 2000.
[69] Leão, 2013.
[70] ONU, 2010.
[71] Irigaray; Souza, 2018.
[72] Cini; Rosaneli; Sganzerla, 2019.

objetivos —que intencionam o extermínio da pobreza e da fome e o acesso universal à água até 2030—, pois foram eximidas questões como a importância da agroecologia, o risco do uso de organismos geneticamente modificados e as doenças crônicas não transmissíveis.

A Agenda dos ODS auxilia para a criação de "um novo clima mundial capaz de influenciar uma modificação favorável" na distribuição de água e de serviços sanitários "para uma sociedade mais vulnerável e em desvantagem"[73]. Entretanto, os investimentos insuficientes privam cada vez mais pessoas susceptíveis de atingir esse objetivo. A sociedade necessita enfatizar que a saúde, a partir de um consumo apropriado e suficiente de água potável, é um tema recorrente conectado a todas as metas da Agenda 2030[74].

As vulnerabilidades decorrentes do mal-uso da água e os impactos da crise hídrica na saúde global, identificados por Rosaneli et al[75], foram refletidos sob a perspectiva bioética, demostrando que para suprir condições mínimas para sobrevivência faz-se premente que haja um pacto social a nível individual, coletivo, institucional e governamental. Garcias[76] mapeou os estudos desenvolvidos na Universidade que vizinha à Comunidade da Vila das Torres, sendo que dentre as soluções técnicas de contenção de poluição e de inundações e a recuperação física do rio, reiterou a importância da interação com a comunidade. Situações de vulnerabilidade social como as vivenciadas igualmente em outras tantas comunidades, carecem até mesmo de diálogo sobre a própria condição do rio. Segundo o mesmo autor, decisões baseadas em discussões não esgotadas podem levar a equívocos, tal como a canalização dos rios e o descuido com populações que ocupam irregularmente suas margens, demostrando baixa capacidade de enfrentamento, aumentando riscos e dificultando a implementação de soluções. A questão se potencializa quando todos são simultaneamente responsáveis e vítimas e quando as origens e repercussões são globais. Para isso, Rosaneli et al[77] apontam que a bioética é fundamental na comunicação entre os diferentes níveis hierárquicos que permeiam as decisões plurais, globais e complexas, tanto no sentido individual, como no coletivo.

Os danos morais pela exclusão de acesso à água e ao saneamento são insustentáveis sob o ponto de vista dos direitos humanos, da justiça social e ambiental[78]. Fischer et al.[79] discutiram o papel dos conselhos comunitários e pontuaram que o envolvimento de toda a sociedade na tomada de decisões pode potencializar a governança e regular o uso ético da água. Os comitês de bacias hidrográficas, funcionando como conselho ambiental, foram considerados por Abers[80] como instituições bem-sucedidas, reconhecendo-os como espaços deliberativos, nos quais a sociedade civil pode estar inserida no controle social das políticas hídricas.

No meio acadêmico, Fischer et al.[81] revisitaram publicações a respeito da crise hídrica e atestaram que, até então, privilegiavam-se questões técnicas em detrimento da dimensão ética. Populações vulneráveis em diversos países estão expostas à violação dos direitos e do acesso à água potável, ao saneamento e ao esgotamento sanitário, sendo isso um fenômeno no nível macrossocial. Reconhecer a importância de análise detalhada dos recursos existentes relacionados à falta de respeito pelos direitos humanos em atender em diferentes comunidades e, claro, à desigualdade de acesso existente é um monitoramento que a bioética representa, sendo um dos caminhos para emancipação dos grupos desamparados, para que sejam protegidos e tenham seus direitos respeitados[82].

Faz-se necessário ressignificar a água de um recurso natural apenas para uma entidade possível de se estabelecer um diálogo. Essa profunda transformação de paradigmas demanda uma mobilização emocional e espiritual, a fim de que sejam estabelecidas conexões verdadeiras com o ambiente. A capacidade de resolução da crise hídrica também encontra potencial nos referenciais éticos da gestão responsável e no acolhimento da temática nas pautas da agenda da bioética, em especial no seu segmento da bioética ambiental. A percepção socioambiental de moradores da Vila das Torres entrevistados por Santos[83] revelou que aquelas pessoas identificam como principais problemas ambientais a poluição do rio Belém, o acúmulo de lixo, o saneamento insuficiente, o esgoto a céu aberto, a pouca área verde, a presença de ratos e insetos, o desperdício de água, a contaminação do solo e a falta de pavimentação. Por outro lado, revelaram laços afetivos com o local e consideraram bom para viver apontando benefícios tais

[73] Brown; Neves-Silva; Heller, 2016.
[74] ONU, 2015.
[75] Rosaneli et al., 2022.
[76] Garcias, 2016.
[77] Rosaneli et al., 2022.
[78] Jalomo-Aguirre, et al., 2018. Carvalheiro, 2015. Santos, 2018.
[79] Fischer; Cunha; Rosaneli, 2016.
[80] Abers et al. 2009.
[81] Fischer; Cunha; Rosaneli, 2016.
[82] Cini, Rosaneli; Fischer, 2019. Cini; Rosaneli; Sganzerla, 2019.
[83] Santos, 2011.

como a localização central. Quase a totalidade dos entrevistados nunca participou de tomadas de decisão referentes à comunidade, sendo que apenas 25% revelaram conhecer programas ou projetos desenvolvidos no local, exemplificando o "Projeto Peá" e o "Centro de apoio à Integração Comunitária". Acrescente-se a isso o não reconhecimento da atuação da prefeitura, o que resulta em insatisfação e em conclamação por soluções, como prover mais arborização e mais áreas de lazer, melhorar as condições do rio e até mesmo canalizar o curso de água para evitar o despejo de lixo, porém, apontando que a maior responsabilidade sobre o meio ambiente local é do morador[84].

Para Rosaneli e Fischer[85] a escassez ou mesmo finitude das águas é resultado de um sistema ineficiente e descuidado, daí, em contrapartida, há a necessidade de uma rede e de uma plataforma global para unir esforços e compartilhar soluções inovadoras, sendo uma forma de promover o desenvolvimento sustentável social, econômico e ambiental e, consequentemente, melhorar a saúde e a qualidade de vida dos seres humanos e do planeta[86]. Dessa forma, em relação às questões ambientais postas, vislumbrando-se o acesso à água de forma digna e justa, tanto para as pessoas como para outros seres vivos, a Vila das Torres, foi escolhida aqui como modelo referencial para essa reflexão, representando um cenário que poderia ser em uma área urbana de qualquer região do mundo. O discurso ecológico que baliza o posicionamento das cidades inteligentes mundiais é incompatível com a realidade. Essa dissonância cognitiva, segundo Souza-Lima[87], constitui-se de um discurso no qual Curitiba fala para si mesma, na tentativa de realizar no universo da retórica, tudo aquilo que não consegue realizar no mundo prático. Dito isso, cabe reforçar, ainda, que os meios de comunicação expõem os problemas que são limitantes para a qualidade de vida de seus moradores.

As cidades enfrentam desafios para gerenciar os sistemas de abastecimento, portanto, será a gestão integrada, sustentável e participativa que possibilitará a harmonização entre a demanda e a qualidade do recurso, assim como o acesso primordial aos mais vulneráveis. Para Schramm[88] a pluralidade moral das sociedades complexas potencializa a condição de vulneração dos meios de vida, empobrecendo o ser humano em sua existência, bem como a finitude da natureza, como é o caso da Vila das Torres, onde é possível presenciar violações aos direitos humanos e ambientais, mas que, por uma irrealidade do cotidiano, pode-se revelar em uma realidade aceitável[89].

Logo, como balizador mais eficiente para a solução de acessibilidade à água potável, ao saneamento básico e a recuperação de rios urbanos, os direitos humanos deveriam assegurar o direito à água que se estabelece como princípio ético e moral, porque é do cuidado a esse bem maior e finito que a vida é dependente. Para a DUBDH[90] um dos princípios fundamentais, sob o ponto de vista da Bioética e dos direitos humanos, é o da água como condicionante para a sobrevivência e a dignidade humana. A responsabilidade social pede que as questões sociais como a pobreza e bem-estar das gerações futuras possa priorizar uma vida justa de todos os povos e todos os seres vivos. Nesse momento, provavelmente Boaventura traria a justiça social relacionada a um mundo globalizado, onde a água é fundamental para a sobrevivência humana, mas também envolta por profunda desigualdade. Rosaneli et al.[91] analisaram o comprometimento dos diferentes atores e das ciências no uso ético da água, processo primordial para a superação das atuais vulnerabilidades. Os autores fundamentam que a água e a saúde humana são codependentes, consequentemente não podem ser negligenciadas. Assim como Potter e Boaventura pontuam para os recursos finitos, é preciso garantir o direito humano de acesso à água para todos, pois a crise hídrica pode se agravar em um processo insustentável para a natureza e para os seres humanos e não-humanos, comprometendo o sistema ecológico como um todo, não apenas para a vida na Vila das Torres, mas promovendo mudanças climáticas globais, extinção de espécies e ecossistemas e automaticamente impactando o ciclo natural da água.

## Considerações finais

Os dados levantados a partir do recorte proposto no presente ensaio crítico viabilizaram a oportunidade de agregar a perspectiva de Potter e de Boaventura na reflexão sobre as vulnerabilidades e soluções para o acesso universal à água potável, tomando-se como cenário vida dos moradores da Vila das Torres, e a naturalidade de como a situação está apresentada socialmente aos que lá vivem,

[84] Duarte, 2006.
[85] Rosaneli; Fischer, 2021.
[86] Stramantino et al., 2022. Rosaneli et al., 2021b.
[87] Souza-Lima, 2006.
[88] Schramm, 2008.
[89] Santos, 2011.
[90] UNESCO, 2015.
[91] Rosaneli et al., 2022.

aos que lá transitam, ou aos que lá imaginam um futuro. O encontro entre Potter e Boaventura promoveu, assim, inspirações para a construção de um legado bioético da universalização do acesso à água potável composto do passado para viver um futuro digno a todos, buscando na prevenção de possíveis danos, precaução frente ao desconhecido, prudência com relação aos avanços e novidades tecnológicas, proteção dos excluídos sociais e perseverança constante nas ações e dificuldades.

Buscando responder ao questionamento do que ainda é preciso falar sobre a universalização do acesso à água potável, concluiu-se que já não há o que ser dito. O mundo já dispõe de um arsenal técnico para captação, distribuição e tratamento. Igualmente já se é sabido dos direitos de todos os seres vivos ao elemento vital para sua existência, dos fatores que favorecem a desigualdade ao acesso e do risco da mercantilização da água. Embora Potter não tenha alcançado vivenciar suas expectativas mais catastróficas, seu legado diz à comunidade da Vila das Torres que a técnica precisa de sua voz, para que os valores éticos ecoem como balizadores das decisões técnicas. Por outro lado, Boaventura poderia encontrar-se com moradores da Vila das Torres e talvez dizer que os enxerga mesmo sufocados em um complexo de interesses políticos, porém alertaria para a importância do protagonismo para o exercício da democracia, bem como para acreditarem nas mudanças propostas quando de fato as vivenciassem em seus cotidianos. Para Boaventura o futuro começa no mundo pós-pandêmico, que teme a expectativa de viver em um estado de emergência intermitente e permanente[92].

A perspectiva da Bioética Ambiental desponta como alternativa, uma vez que visa atender às expectativas multidisciplinares de Potter e Boaventura, subsidiada pela convergência dos conhecimentos científicos, tecnológicos e tradicionais que buscam proteger a natureza, a cultura, a dignidade e a esperança de todos os seres vivos que compõe os ecossistemas urbanos para além da Vila das Torres. Faz-se necessário ressignificar a água de um recurso para uma entidade possível de se estabelecer um diálogo. Consequentemente, a Bioética Ambiental destaca-se como um dos sustentáculos da afirmação dos direitos humanos e dos direitos da natureza, corroborando ser o problema do acesso universal à água potável como complexo, plural e global, mas também cooperando e aprimorando as decisões voltadas à sobrevivência humana e do planeta, além da responsabilidade com as futuras gerações denunciando que a violência contra a natureza é uma violência contra as pessoas, logo contra a humanidade.

O cenário perceptivo do presente ensaio pode trazer interpretações paradoxais, ou seja, se de um lado é possível presenciar uma sociedade invisibilizada diante da incongruência que é imposta do modelo idealizado de como usufruir o lazer ao ar livre, mesmo diante da inexistência real desse cenário, por outro lado, percebe-se que a sociedade ocupa os espaços disponibilizados acessando com esperança um bem coletivo que é o seu direito. A expectativa para uma cena futura é saber qual dos lados crescerá invadindo as fronteiras.

## Referências

Abers, Rebecca Neaera; Formiga-Johnsson, Rosa Maria; Frank, Beate; Keck, Margaret Elizabeth; Lemos, Maria Carmen. 2009: "Inclusão, deliberação e controle: três dimensões democracia nos comitês e consórcios de bacias hidrográficas no Brasil". *Ambiente & Sociedade*, 12(1), 115-132. https://doi.org/10.1590/S1414-753X2009000100009

Brasil. Política Nacional de Recursos Hídricos Instituída. 1997: *Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm

Brasil. Presidência da República. Subchefia para assuntos jurídicos. 2000: *Lei n. 9.984 de 17 de julho de 2000*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984compilado.htm

Brown, Colin; Neves-Silva, Patrícia; Heller, Leo. 2016: "Direito Humano à água e ao esgotamento sanitário: uma nova perspectiva para as políticas públicas". *Cien Saude Colet*., 21 (3), 661-670. https://doi.org/10.1590/1413-81232015213.20142015

Carvalheiro, Jose da Rocha. 2015: "Água e saúde: bens públicos da humanidade". *Estudos Avançados*, 29(84), 139-149. https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200009

Cini, Ricardo; Rosaneli, Caroline Filla; Fischer, Marta Luciane. 2019: "Derecho humano al agua y bioética: revisión de la literatura latino-americana centrada en la realidad brasileña". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (14), 105-114. https://doi.org/10.17561/at.14.4450

Cini, Ricardo; Rosaneli, Caroline Filla; Sganzerla, Anor. 2019: "Soberania alimentar na agenda de desenvolvimento sustentável". *Monções*, 8(16), 458-489. https://doi.org/10.30612/rmufgd.v8i16.9574

Duarte, Fabio. 2006: "Rastros de um rio urbano: cidade comunicada, cidade percebida". *Ambiente & Sociedade*, 9(2), 105-122. https://doi.org/10.1590/S1414-753X2006000200006

FAO et al. 2022: "The State of food security and Nutrition in the World". https://www.fao.org/3/cc0639en/cc0639en.pdf

[92] Santos, 2021.

**Fischer, Marta Luciane; Cunha, Thiago; Rosaneli, Caroline Filla.** 2016: "Crise hídrica em publicações científicas: olhares da bioética ambiental". *Revista Ambiente y Água*, 11(3), 586-600. https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1879

**Fischer, Marta Luciane; Rosaneli, Caroline Filla.** 2022: "A "fome de água" e sua dimensão ambiental, biológica y bioética." *Revista Inclusiones* 9, 336-352. https://doi.org/10.58210/fprc3402

**Fischer, Marta Luciane; Rosaneli, Caroline Filla; Cunha, Thiago Rocha; Sganzerla, Anor; Molinari, Renata Bicudo; Cini, Ricardo.** 2018: "Comunicações sobre a crise hídrica: a internet como ferramenta de sensibilização ética", *Sustentabilidade em Debate*, 9(1), 158-171. https://doi.org/10.18472/SustDeb.v9n1.2018.25756

**Fischer, Marta; Cunha, Thiago; Renk, Valquiria; Sganzerla, Anor; Santos, Juliana.** 2017: "Da ética ambiental à bioética ambiental: antecedentes, trajetórias e perspectivas" *Hist. cienc. saude-Manguinhos,* 24 (2), 391-409. https://doi.org/10.1590/S0104-59702017000200005

**Fischer, Marta Luciane; Stramantino, Jaqueline; Lummertz, Thierry; Rosaneli, Caroline.** 2021: "Crise hídrica: a culpa é de quem? A percepção das responsabilidades em espaço de deliberação virtual". *Caminhos de Diálogo*, 15, 225-247. http://doi.org/10.7213/cd.a9n15p225-247

**Flausino, Fabio Richard; Gallardo, Amarilis Lucia Casteli Figueiredo.** 2021: "Oferta de serviços ecossistêmicos culturais na despoluição de rios urbanos em São Paulo." *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana,* 13, e20200155. https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20200155

**Garcias, Carlos Mello.** 2016: "Experiências na revitalização do Rio Belém: Realidades urbanas do Brasil". *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, 4(1), 50-68. https://doi.org/10.9771/gesta.v4i1.14910

**Gomes, Fulvio Moraes.** 2012: "As Epistemologias do Sul de Boaventura de Sousa Santos: por um resgate do sul global". *Páginas de Filosofia,* 4(2), 39-54. https://doi.org/10.15603/2175-7747/pf.v4n2p39-54

**Instituto Trata Brasil,** 2022: *Principais estatísticas no Brasil*. https://tratabrasil.org.br/principais-estatisticas/agua/

**Irigaray, Micheli Capuano; Souza, Elany Almeida.** 2018: "Políticas Públicas De Acesso À Água E Ao Saneamento: Uma Perspectiva Decolonial De Garantia De Direitos Fundamentais". *Conpedi Law Review*, 4(2), 56-73. https://doi.org/10.26668/2448-3931_conpedilawreview/2018.v4i2.4618

**Jalomo-Aguirre, Francisco; Rodrigues, Alicia Torres; Ceballos-Gonzáles, Leonor; Alba, Juan Pablo.** 2018 "Derecho humano al agua potable en la localidad de Tlachichilco del Carmen en el municipio de Poncitlán, Jalisco, México: análisis preliminar de un problema en un territorio periurbano". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (12), 59-70. https://doi.org/10.17561/at.12.4069

**Leão, Marília.** 2013: "O direito humano à alimentação adequada e o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional". Brasília: ABRANDH. https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/seguranca_alimentar/DHAA_SAN.pdf

**Miranda, Sandro Ari Andrade.** 2017: "A Crise Ecológica, O Epistemicídio e a Destruição dos Saberes". *Revista Saberes da Amazônia*, 2(4), 3-14. https://doi.org/10.31517/rsa.v2i4.119

**Moraes, Germana Oliveira.** 2013: "O constitucionalismo ecocêntrico na América Latina, o bem viver e a nova visão das águas". *R. Fac. Dir.: Fortaleza*, 34(1), 123-155.

**Nunes, João Arriscado; Louvison, Marília.** 2020: "Epistemologias do Sul e descolonização da saúde: por uma ecologia de cuidados na saúde coletiva". *Saúde e Sociedade*, 29(3), e200563. https://doi.org/10.1590/S0104-12902020200563

**ONU. Organização das Nações Unidas.** 2015: *"Transformando Nosso Mundo: A agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável"*. https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf

**ONU. Organização das Nações Unidas.** 2010: "*Água para a Vida, 2005-2015*." Zaragoza: ONU. https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf

**ONU. Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos.** 2021: "*O valor da água: resumo executivo"*. Perúgia (Itália), ONU. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375750_por

**Pontes, Carlos Antonio Alves; Schramm, Fermin Roland.** 2004: "Bioética da proteção e papel do Estado: problemas morais no acesso desigual à água potável". *Cad. Saúde Pública*, 20(5), 1319-137. https://doi.org/10.1590/S0102-311X2004000500026

**Potter, Van Rensselaer.** 2016: "*Bioética: ponte para o futuro*". São Paulo, Edições Loyola.

**Potter, Van Rensselaer.** 2018: "*Bioética global*". São Paulo, Edições Loyola.

**Requião, Danielle; Fernandes, Mayala; Anastácio, Thiago.** 2021: "Vila Torres: um lugar de pertencimento - Uma comunidade além do estereótipo, repleta de cultura e memória. https://www.plural.jor.br/noticias/vizinhanca/vila-torres-um-lugar-de-pertencimento/

**Ribeiro, Wagner Costa.** 2008: "Aqüífero Guarani: gestão compartilhada e soberania." *Estudos avançados* 22, 227-238. https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000300014

**Rosaneli, Caroline Filla; Fischer, Marta Luciane. (Org).** 2021: *Bioética, saúde global e meio ambiente.* Curitiba (Brasil). CRV. https://www.editoracrv.com.br/produtos/detalhes/36228-bioetica-saude-global-e-meio-ambientebrbr-serie-bioetica-volume-14

**Rosaneli, Caroline; Brotto, Aline; Pieri, Lucas; Fischer, Marta.** 2021a: "E O Mar Virou Sertão? As Vulnerabilidades da Seca nas Metrópoles". *DRd - Desenvolvimento Regional em debate*, 11, 250-274. https://doi.org/10.24302/drd.v11.3436

**Rosaneli, Caroline; Brotto, Aline; Pieri, Lucas; Fischer, Marta.** 2021b: "O legado ético no enfrentamento da pandemia covid-19: a sinergia entre a perspectiva global e a identidade regional". *Holos*, 37(4), 1-19. https://doi.org/10.15628/holos.2021.11414

**Rosaneli, Caroline; Fischer, Marta; Sganzerla, Anor; Paulo, Alberto.** 2022: "Interação água e saúde global: uma questão bioética". *Agua y Territorio*, 19, 111-124. https://doi.org/10.17561/AT.19.5471

**Santos, Boaventura Santos.** 2018: "*Construindo as Epistemologias do Sul: Antologia esencial*: Volume II: Para um pensamento alternativo de alternativas". 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO.

**Santos, Boaventura Santos.** 2021: "O futuro começa agora: da pandemia à utopia". São Paulo: Boitempo Editorial.

**Santos, Elenir Almeida.** 2011: *A percepção socioambiental dos moradores da vila torres - Curitiba/Pr: subsídios à implementação de políticas públicas.* Universidade Federal do Paraná [Trabalho de Conclusão de Curso]. Especialização em Educação, Meio Ambiente e Desenvolvimento. https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/43256/R%20-%20E%20-%20ELENIR%20ALMEIDA%20SANTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

**Schramm, Fermin Roland.** 2008: "Bioética da Proteção: ferramenta válida para enfrentar problemas morais na era da globalização". *Revista Bioética*, 16(1), 11-23. https://www.ghc.com.br/files/BIOETICA%20DE%20PROTECAO.pdf

**Souza-Lima, José Edmilson.** 2006: "A construção do imaginário ecológico de Curitiba - o preço da fama". In Oliveira, G. B.; & Lima, E. S. (Org.), *O Desenvolvimento sustentável em foco: uma contribuição multidisciplinar.* São Paulo: Annablume.

**Stramantino, Jaqueline; Farias, Marina; Rosaneli, Caroline; Fischer, Marta.** 2022: "Água e cidades numa perspectiva de conhecimento acadêmico e popular relacionada aos recursos hídricos para cidades inteligentes." *Holos,* 4, e13961. https://doi.org/10.15628/holos.2022.13961

**UNESCO.** 2015. "Declaração Universal sobre Bioética e Direitos humanos". https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146180_por

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# Cómo escribir mensajes de alerta frente a inundaciones

## *How to write flood warning messages*

**Pablo Aznar-Crespo**
Universidad de Alicante
Alicante, España
pablo.aznar@ua.es
https://orcid.org/0000-0001-9095-9044

**Antonio Aledo**
Universidad de Alicante
Alicante, España
antonio.aledo@ua.es
https://orcid.org/0000-0002-9261-1292

**Guadalupe Ortiz**
Universidad de Alicante
Alicante, España
guadalupe.ortiz@ua.es
https://orcid.org/0000-0002-5334-1322

**Josep Tur-Vives**
Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias Ambientales
Universidad de Alicante
Alicante, España
josep.tur@ua.es
https://orcid.org/0009-0000-3344-364X

**Información del artículo**
**Recibido:** 18/05/2023
**Revisado:** 30/10/2023
**Aceptado:** 21/11/2023

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMEN**

Los sistemas de alerta son fundamentales para gestionar eventos de inundación y reducir daños humanos y materiales. Sin embargo, la falta de protocolos para la elaboración normalizada de mensajes de alerta es un desafío en la comunicación de emergencias. Aunque las agencias de emergencia disponen de mensajes básicos, carecen en cambio de protocolos para crear y estructurar los contenidos y clasificarlos según distintas tipologías. Este trabajo propone una metodología para crear una biblioteca de mensajes de alerta ante riesgo de inundación. Se describe el proceso de creación de una biblioteca encargada por los servicios de emergencia de la Comunidad Valenciana (España). El artículo proporciona una guía detallada para identificar áreas de emergencia, redactar mensajes de manera normalizada y estructurar los contenidos de la biblioteca de forma sistemática y operativa. Las bibliotecas de mensajes son un recurso estratégico para potenciar los sistemas de alerta en el contexto actual de cambio climático.

**PALABRAS CLAVE:** Comunicación del Riesgo, Desastre, Amenaza Natural, Vulnerabilidad.

**ABSTRACT**

Warning systems are essential for managing flood events and reducing human and material damage. However, the lack of protocols for the standardized development of warning messages is a challenge in emergency communication. Although emergency agencies dispose of basic messages, they lack protocols for creating and structuring content and classifying it according to different typologies. This paper proposes a methodology to create a library of flood risk warning messages. We describe the process of creating a library commissioned by the emergency services of the Valencian Community (Spain). The article provides a step-by-step guidance for identifying emergency areas, writing messages in a standardized way, and structuring the contents of the library in a systematic and operational manner. Message libraries are a strategic resource to enhance warning systems in the current context of climate change.

**KEYWORDS:** Risk Communication, Disaster, Natural Hazard, Vulnerability.

## *Comment rédiger des messages d'alerte aux inondations*

**RÉSUMÉ**

Les systèmes d'alerte sont essentiels pour gérer les inondations et réduire les dommages humains et matériels. Toutefois, l'absence de protocoles pour l'élaboration normalisée des messages d'alerte constitue un défi pour la communication d'urgence. Bien que les agences d'urgence disposent de messages de base, elles manquent de protocoles pour créer et structurer le contenu et le classer selon différentes typologies. Ce document propose une méthodologie pour la création d'une bibliothèque de messages d'alerte sur les risques d'inondation. Il décrit le processus de création d'une bibliothèque commandée par les services d'urgence de la Communauté valencienne (Espagne). L'article fournit des conseils détaillés pour l'identification des zones d'urgence, la rédaction des messages de manière standardisée et la structuration du contenu de la bibliothèque de manière systématique et opérationnelle. Les bibliothèques de messages constituent une ressource stratégique pour améliorer les systèmes d'alerte dans le contexte actuel du changement climatique.

**MOTS-CLÉ:** Communication des Risques, Catastrophe, Risque Naturel, Vulnérabilité.

## *Como escrever mensagens de alerta de inundação*

**RESUMO**

Os sistemas de alerta são essenciais para gerir os fenómenos de inundação e reduzir os danos humanos e materiais. No entanto, a falta de protocolos para o desenvolvimento normalizado de mensagens de aviso é um desafio na comunicação de emergência. Embora as agências de emergência disponham de mensagens básicas, faltam-lhes protocolos para criar e estruturar conteúdos e classificá-los de acordo com diferentes tipologias. Este documento propõe uma metodologia para a criação de uma biblioteca de mensagens de alerta de risco de inundação. Descreve o processo de criação de uma biblioteca encomendada pelos serviços de emergência da Comunidade Valenciana (Espanha). O artigo fornece orientações detalhadas para a identificação das áreas de emergência, a redação de mensagens de forma normalizada e a estruturação do conteúdo da biblioteca de forma sistemática e operacional. As bibliotecas de mensagens são um recurso estratégico para melhorar os sistemas de alerta no atual contexto de alterações climáticas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Comunicação de Risco, Catástrofe, Perigo Natural, Vulnerabilidade.

## *Come scrivere messaggi di allarme per le alluvioni*

**SOMMARIO**

I sistemi di allerta sono essenziali per gestire gli eventi alluvionali e ridurre i danni alle persone e alle cose. Tuttavia, la mancanza di protocolli per lo sviluppo standardizzato dei messaggi di allerta rappresenta una sfida nella comunicazione di emergenza. Sebbene le agenzie di emergenza dispongano di messaggi di base, mancano di protocolli per la creazione e la strutturazione dei contenuti e per la loro classificazione in base alle diverse tipologie. Questo articolo propone una metodologia per creare una libreria di messaggi di allerta sul rischio di alluvione. Descriviamo il processo di creazione di una biblioteca commissionata dai servizi di emergenza della Comunità Valenciana (Spagna). L'articolo fornisce una guida per identificare le aree di emergenza, scrivere messaggi in modo standardizzato e strutturare i contenuti della biblioteca in modo sistematico e operativo. Le biblioteche di messaggi sono una risorsa strategica per migliorare i sistemi di allerta nell'attuale contesto di cambiamento climatico.

**PAROLE CHIAVE:** Comunicazione del Rischio, Disastri, Rischi Naturali, Vulnerabilità.

## Introducción

Los sistemas de alerta se han convertido en los últimos años en mecanismos indispensables para la gestión de situaciones de emergencia y desastres por inundación[1], especialmente ante el aumento del riesgo de desastre relacionado con el cambio climático. Estos sistemas forman parte de lo que se denominan medidas no estructurales de gestión del riesgo, es decir, medidas orientadas a concienciar, preparar y capacitar a la población para enfrentar los efectos de las amenazas naturales[2]. El envío de mensajes de alerta a la población antes, durante y después de un evento de inundación permite reducir de forma significativa los daños materiales y humanos que se producen durante estos episodios[3].

El potente desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación y su uso generalizado por parte de la población representan una ventana de oportunidad para aumentar el alcance y la efectividad de los sistemas de alerta. Por este motivo, en los últimos años las principales agencias de emergencias a nivel internacional han decidido incorporar estas tecnologías dentro de sus sistemas de comunicación. Prueba de ello es la creación de aplicaciones de alerta o la utilización de servicios de mensajería móvil para el envío de alertas a la población en situaciones de emergencia[4].

Estos nuevos canales ofrecen importantes ventajas, como la inmediatez comunicativa con el usuario, el envío selectivo de alertas por geolocalización o la versatilidad del entorno digital en el que se inserta el contenido infográfico de los mensajes[5]. Algunos ejemplos de aplicaciones de alerta implementadas por organismos oficiales pueden ser la aplicación NINA, de la Oficina Federal de Protección Civil y Asistencia en caso de Catástrofe de Alemania, la aplicación FEMA, de la Agencia Federal de Gestión de Emergencias de Estados Unidos, o la aplicación Disaster Alert, del Centro de Desastres del Pacífico. Por su parte, el servicio de mensajería móvil para el envío de mensajes de alerta ha sido principalmente empleado en Estados Unidos a través del sistema WEA de Alertas de Emergencia Inalámbricas. En la Unión Europea se han producido recientemente avances legales para incorporar este sistema dentro de las estrategias de alerta de los organismos de emergencia europeos. Concretamente, la Directiva 2018/1972 del Parlamento Europeo impone en su artículo 110 la obligación a todos los países miembros de disponer de sistemas de alerta basados en telefonía móvil para asegurar la difusión de las alertas a la población que pueda verse afectada por una emergencia, incluyendo fenómenos meteorológicos como las inundaciones.

Como puede apreciarse, en los últimos años se han producido avances significativos en las estrategias de comunicación de las emergencias, que hacen de estos "sistemas 2.0 de alerta" un campo de trabajo emergente y prometedor. En paralelo a estos avances se han desarrollado investigaciones dirigidas a comprender los factores que influyen en la respuesta de la población ante el envío de alertas. De acuerdo con la revisión de la bibliografía realizada por Neußner[6], la eficacia de los sistemas de alerta depende de múltiples factores individuales, sociales y técnicos, entre los que destacan la claridad de los mensajes de alerta, la adecuación de las alertas a las particularidades del contexto local, la calidad infográfica de las advertencias, la credibilidad percibida por el individuo o la experiencia personal de la población en emergencias pasadas. Estos factores constituyen áreas innovadoras de estudio en las que se está produciendo conocimiento estratégico para el diseño de la nueva generación de sistemas de alerta.

Entre estas áreas, una de las que presenta un mayor margen de exploración en la literatura especializada es la elaboración de mensajes de alerta. A este respecto, existe un cierto consenso sobre la necesidad de generar mensajes breves, que eviten la jerga técnica, que estén basados en el impacto potencial de la amenaza reportada y que estén validados por la población local[7]. No obstante, en la actualidad no existen protocolos para elaborar mensajes de alerta de forma normalizada[8]. Concretamente, no existen directrices claras sobre el uso de terminología específica, el diseño de la estructura textual de los mensajes, la adaptación de los contenidos a las particularidades de grupos sociales minoritarios o la cobertura de los ámbitos de preparación y actuación acerca de los que emitir mensajes[9].

Prueba de este déficit es el tipo de contenido informacional de que disponen por lo general las agencias de emergencia para emitir consejos y recomendaciones de actuación en caso de eventos extremos. Estos contenidos no suelen estar estandarizados ni presentan una

[1] Banco Mundial, 2014. Demeritt; Nobert, 2014.
[2] Kundzewicz, 2002.
[3] Carsell; Pingel; Ford, 2004. Fakhruddin *et al*., 2020. Intrieri *et al*., 2020.
[4] Reuter *et al*., 2017. Fischer; Putzke-Hattori; Fischbach, 2019.
[5] Cumiskey *et al*., 2015.
[6] Neußner, 2021.
[7] Harbach *et al*., 2013. Murphy *et al*., 2018. Perera *et al*., 2020.
[8] Neußner, 2021. Perera *et al*., 2020b.
[9] Grothmann; Reusswig, 2006. Jacks *et al*., 2010. Shrestha *et al*., 2016. Neußner, 2021.

estructura organizativa que facilite un manejo operativo por parte de los servicios de emergencia[10]. Concretamente, estos mensajes no están clasificados por áreas temáticas o tipos de situaciones de emergencia, no siempre se organizan a partir de las fases principales del ciclo de vida de un evento extremo y su estructura textual no está normalizada de acuerdo con objetivos y funciones comunicativas. Dicho de otro modo, gran parte de las agencias de emergencias dispone de mensajes de alerta básicos, pero no cuenta con catálogos o paquetes de mensajes con contenidos exhaustivos y estructurados de forma sistemática. Como resultado de ello, es frecuente encontrar mensajes heterogéneos en términos de longitud, composición textual, uso de terminología y distribución temática. Asimismo, y de acuerdo con la revisión de mensajes realizada por los autores de este trabajo en los siguientes apartados, estos mensajes suelen estar relacionados con temáticas básicas, no cubriendo la totalidad de necesidades y emergencias que tienen lugar durante las fases de preparación, actuación y recuperación ante un evento de inundación. Esta heterogeneidad y falta de exhaustividad pueden reducir el alcance y la efectividad comunicativa de los mensajes de alerta y disminuir la confianza por parte de los usuarios que los reciben.

Para evitar esta falta de armonización en la creación de mensajes de alerta, algunos autores han reivindicado el uso de plataformas como las bibliotecas, basadas en contenidos estructurados y protocolos de redacción normalizada de mensajes[11]. Estas plataformas podrían facilitar un uso más operativo y funcional de los mensajes de alerta, potenciando así el efecto de las estrategias de comunicación de las emergencias que llevan a cabo las autoridades a lo largo de todo el ciclo de vida de un evento de inundación. De hecho, organismos de emergencias como el español, conscientes de esta necesidad, han propuesto explícitamente la creación de "bibliotecas de mensajes" para llevar a cabo la trasposición del nuevo sistema EU-Alert de la Unión Europea a su legislación nacional[12]. Este sistema, que tiene como objetivo el envío masivo y automatizado de mensajes de alerta a la población a través de los servicios de telefonía móvil, representa una oportunidad para la mejora e institucionalización de los protocolos de elaboración normalizada de mensajes.

A propósito de esta oportunidad, este trabajo[13] tiene como objetivo proponer una metodología para la creación de una biblioteca de mensajes de alerta ante riesgo de inundación, que cubra la gran diversidad de ámbitos de actuación que tienen lugar durante el ciclo completo de una emergencia de este tipo, se estructure de forma sistemática y permita un manejo operativo por parte de las autoridades a cargo de las emergencias. Tomamos como referencia un estudio de caso con el propósito de ejemplificar la elaboración de los mensajes de alerta de una forma práctica. Concretamente, este artículo se enmarca en un proyecto de investigación aplicada encargado por los servicios de emergencia de la Comunidad Valenciana (este de España), que consistió en la generación de una biblioteca protocolizada de mensajes de alerta ante riesgo de inundación. Este proyecto, desarrollado por los autores de este trabajo, representa una de las iniciativas de mejora de los sistemas de alerta de la región puestas en funcionamiento tras un desastre por inundación que tuvo lugar en la parte sur de esta zona de estudio en septiembre de 2019. Este evento, clasificado como el segundo desastre ambiental con mayores costes económicos de la historia de España[14], ha sido empleado como estudio de caso para fundamentar paso a paso las decisiones metodológicas adoptadas a lo largo del desarrollo de esta propuesta.

En los próximos apartados se ofrece información acerca del proceso de diseño de la biblioteca de mensajes de alerta. En primer lugar, se ofrece una breve descripción del caso de estudio utilizado como referencia para fundamentar las decisiones adoptadas a lo largo de las distintas etapas de creación de la biblioteca de mensajes. En segundo lugar, se proporciona una explicación de la forma en la que se ha diseñado la estructura de contenidos de la biblioteca. En tercer lugar, se expone el procedimiento empleado para redactar los mensajes de alerta. En cuarto lugar, se explican las características de formato y el modo de uso de la biblioteca de mensajes. Y, por último, se explica el proceso de testeo al que fueron sometidos los mensajes de alerta con el objetivo de comprobar su validez desde un punto de vista técnico y social.

[10] Morss *et al.*, 2016. Abunyewah; Gajendran; Maund, 2018. Neußner, 2021. Perera *et al.*, 2020.
[11] Párraga-Niebla *et al.*, 2014. Párraga-Niebla; Chaves; De Cola, 2016. Chaves; De Cola, 2017.
[12] DGPCE, 2021.
[13] Este artículo es una versión mejorada y más desarrollada de un texto ya publicado como acta de congreso en el IV Congreso Nacional del Agua (Aznar-Crespo; Ortiz; Aledo, 2022).
[14] Consorcio de Compensación de Seguros (CCS), 2021.

## Revisión de literatura

El principal objetivo de los sistemas de alerta temprana es informar a los usuarios ante diferentes situaciones de emergencia, como desastres naturales, desastres tecnológicos u otras situaciones que puedan suponer un riesgo significativo para la población. Para comprender los factores que influyen en el proceso de comunicación entre la población y las autoridades a cargo de la gestión de estos sistemas se han realizado numerosas investigaciones[15]. La comprensión y el cumplimiento de las alertas ante el riesgo de inundación están influenciados por una variedad de factores psicológicos, sociales y técnicos.

A nivel psicológico, emociones como el miedo y la ansiedad influyen en la forma en que los individuos interpretan y responden a las alertas. Si bien estas emociones activan la atención de los individuos, también pueden interferir en la correcta comprensión de los mensajes de alerta y pautas de actuación recomendadas[16]. La percepción del riesgo también es esencial en este sentido, ya que es más probable que las personas tomen en serio las alertas cuando perciben que sus bienes materiales y su seguridad personal se encuentran en riesgo. La confianza en las fuentes de información representa otro factor psicológico importante, ya que los individuos están más predispuestos a seguir las advertencias cuando estas proceden de canales oficiales confiables[17].

Respecto a los factores de ámbito social, cabe señalar que las redes de comunicación interpersonal entre familiares, amigos y vecinos juegan un papel clave en la percepción del riesgo. En este sentido es más probable que un individuo siga las advertencias cuando su entorno social también lo hace[18]. Se ha demostrado que la confianza y la reputación de las instituciones públicas son factores estrechamente relacionados con el cumplimiento de las alertas por parte de la población[19]. Asimismo, se ha observado que las personas que cuentan con experiencia previa en inundaciones tienden a ser más receptivas a las alertas[20]. Es por ello por lo que, cuando las alertas hacen referencia expresa a inundaciones pasadas, la atención de los usuarios es mayor y más prolongada en el tiempo[21].

Por último, los factores técnicos relacionados con la calidad de los mensajes y los canales de comunicación son fundamentales para comprender el impacto de las alertas en la población. Las características técnicas de un mensaje pueden influir en la comprensión y el cumplimiento de las alertas ante inundaciones. La claridad y especificidad de los mensajes de alerta, el uso de un lenguaje sencillo y la entrega oportuna y confiable son aspectos técnicos estratégicos para garantizar una respuesta apropiada y rápida por parte de las personas receptoras[22]. Existe un amplio consenso sobre la importancia de adaptar las alertas a los contextos lingüísticos de ámbito local[23]. No obstante, resulta complejo elaborar mensajes personalizados para cada grupo social teniendo en cuenta la necesidad de comunicar las alertas de forma rápida y masiva[24].

Finalmente, en cuanto a la elaboración de mensajes de alerta, existe un amplio consenso en la necesidad de generar mensajes que sean breves, eviten la jerga técnica, se basen en el impacto potencial de la amenaza reportada y sean validados por la población local[25]. Sin embargo, hasta el momento no existen protocolos para desarrollar mensajes de advertencia estandarizados[26]. Más específicamente, no se dispone de pautas claras sobre el uso de la terminología, el diseño textual de los mensajes, la adaptación del contenido a las particularidades locales de las poblaciones o la cobertura exhaustiva y sistemática de áreas de actuación frente al riesgo[27].

## Caso de estudio

El evento seleccionado como caso de estudio y que se tomó como referencia para llevar a cabo las diferentes fases de creación de la biblioteca de mensajes es la inundación de septiembre de 2019 que afectó a la región de la Vega Baja, situada en el extremo sur de la Comunidad

[15] Mileti; Peek, 2000. Leonard *et al.*, 2008. De la Cruz-Reyna; Tilling, 2008. Grothmann; Reusswig, 2006. Kuller; Schoenholzer; Lienert, 2021. Thieken *et al.*, 2023.
[16] O'Neill; Nicholson-Cole, 2009. Perreault; Houston; Wilkins, 2014.
[17] Heitz *et al.*, 2009. Terpstra, 2011. Wachinger *et al.*, 2013.
[18] Nagarajan *et al.*, 2012.
[19] López-Vázquez; Marván, 2003. Terpstra; Lindell; Gutteling, 2009.
[20] Armaş; Avram, 2009. Botzen; Van den Bergh, 2012. Wood *et al.*, 2012.
[21] Bradford *et al.*, 2012. Wagner, 2007.
[22] Hagemeier-Klose; Wagner, 2009. Bean *et al.*, 2015. Sutton *et al.*, 2014. Zambrano *et al.*, 2016.
[23] Bell; Tobin, 2007. Padilla, 2018. Perić; Cvetković, 2019.
[24] Küller *et al.*, 2021.
[25] Harbach *et al.*, 2013. Murphy *et al.*, 2018. Perera *et al.*, 2020a. Perera *et al.*, 2020b.
[26] Neußner, 2021. Perera *et al.*, 2020b.
[27] Grothmann; Reusswig, 2006. Jacks *et al.*, 2010. Shrestha *et al.*, 2016. Neußner, 2021.

Valenciana. Este evento se originó como resultado de la formación de una Depresión Asilada en Niveles Altos (DANA) o gota fría que trajo consigo un gran episodio de lluvias torrenciales. En algunos puntos de la zona se registraron valores extremos de precipitación, como es el caso de los 521,6 lm$^2$ descargados en la ciudad de Orihuela en 72 horas, lo que representan casi el doble de la precipitación anual media en esta región del sudeste español[28]. La inundación se dio como resultado de distintos factores, entre los que destaca el desbordamiento del río Segura, la rotura de un dique de contención del río y las inundaciones relámpago originadas por la presencia de ramblas y barrancos en buena parte de este territorio. Durante el episodio perdieron la vida un total de cuatro personas y se produjeron daños que, de acuerdo con el Gobierno valenciano, ascendieron a los 1.500 millones de euros[29]. Los impactos de mayor relevancia social y económica fueron las pérdidas en el sector agrícola y los negocios locales, así como los daños materiales y estructurales en el ámbito de la vivienda[30], los cuales fueron experimentados con mayor intensidad en barrios con presencia de colectivos vulnerables. De acuerdo con los datos del Consorcio de Compensación de Seguros español, esta inundación ha sido la segunda más costosa desde que existen registros, con daños asegurados que superan los 450 millones de euros[31].

Los graves daños que se dieron durante el evento fueron consecuencia de la alta intensidad de las lluvias, pero también de otros factores como la exposición y la vulnerabilidad de la población. El territorio de la Vega Baja es una llanura aluvial de la cuenca del río Segura que ha estado expuesta a inundaciones recurrentes a lo largo del tiempo como consecuencia de sus características geológicas e hidrológicas[32]. Se trata además de una región altamente antropizada por la actividad agrícola, el desarrollo del turismo de segundas residencias y el crecimiento urbanístico. De hecho, la mayoría del territorio antropizado de esta región está situado en zonas inundables. Como resultado de la combinación de turismo residencial y agricultura, el paisaje demográfico de esta zona es altamente heterogéneo, con presencia de migrantes laborales procedentes de países en desarrollo atraídos por el empleo agrícola y de migrantes residenciales procedentes de países europeos motivados por la oferta turística de la región[33]. Estos colectivos normalmente ignoran las amenazas naturales del territorio y en ocasiones desconocen las pautas de preparación, actuación y recuperación ante eventos extremos[34]. Esta complejidad sociodemográfica, combinada con la elevada peligrosidad anteriormente descrita, hacen de la Vega Baja un territorio de alto riesgo. Este elevado nivel de riesgo quedó materializado durante la inundación de septiembre de 2019, la cual produjo daños materiales y humanos de gran intensidad. La naturaleza catastrófica de esta inundación hace de este evento un caso de estudio óptimo para la identificación de una gran variedad de tipologías de necesidades y emergencias experimentadas por la población a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del desastre. En el contexto de esta investigación, estas necesidades y situaciones de emergencia representan las áreas temáticas que dan forma a la estructura de contenidos de la biblioteca de mensajes de alerta.

## Creación de la estructura de contenidos de la biblioteca de mensajes

El primer paso para dar forma a la biblioteca de mensajes es la creación de una estructura de contenidos que permita organizar sistemáticamente los mensajes de alerta y asegurar la exhaustividad de las temáticas y eventuales necesidades que deberían ser cubiertas desde un punto de vista comunicativo por parte de los servicios de emergencia durante un evento de inundación. Igualmente, el objetivo de estructurar la biblioteca de mensajes es favorecer su uso operativo por parte de los actores encargados de la emisión de mensajes de alerta, haciendo más efectivas las estrategias de comunicación de emergencias.

La estructura de contenidos de la biblioteca de mensajes está delimitada a partir de dos ejes: el temporal y el temático. En primer lugar, la biblioteca se ha dividido en cuatro bloques, uno por cada una de las principales fases del ciclo de vida de un evento de inundación[35]:

[28] Confederación Hidrográfica del Segura (CHS), 2019.
[29] Núñez-Mora, 2019.
[30] A fin de ilustrar los daños acontecidos durante el evento, se recomienda consultar un reportaje fotográfico disponible en el siguiente enlace: https://elpais.com/elpais/2019/09/12/album/1568280881_574834.html
[31] CCS, 2021.
[32] Gil-Olcina; Canales, 2023.
[33] Canales; López-Pomares, 2011.
[34] Aznar-Crespo; Aledo; Melgarejo-Moreno, 2020.
[35] Moe; Pathranarakul, 2006.

previsión, preparación, actuación y recuperación. Los mensajes emitidos antes de que comience la lluvia son diferentes respecto de otros enviados en las fases posteriores del evento. Por esta razón, hemos considerado necesario dividir esta biblioteca en cuatro bloques temporales, los cuales delimitan a su vez cuatro tipos de mensajes de alerta:

1. Previsión: mensajes dedicados a ofrecer información sobre la previsión meteorológica y alertar a la población de los peligros potenciales.
2. Preparación: mensajes orientados a preparar a la población antes de que comience la lluvia y tengan lugar las emergencias.
3. Actuación: mensajes dirigidos a explicar y ejemplificar a la población las pautas de actuación necesarias para hacer frente a situaciones de emergencia.
4. Recuperación: mensajes dedicados a ofrecer información sobre la vuelta a la normalidad y el enfrentamiento a las consecuencias humanas y materiales del evento.

En segundo lugar, la biblioteca de mensajes ha sido estructurada a partir de secciones y áreas temáticas, las cuales delimitan las diferentes problemáticas que experimenta la población durante eventos de inundación. Estas categorías han sido determinadas a través de dos procedimientos: 1) un análisis de las llamadas recibidas por el servicio 112 de la Generalitat Valenciana (equivalente al 911 en otros países) durante la inundación de 2019 en la región de la Vega Baja; y 2) una revisión y análisis de mensajes de alerta publicados por otras agencias de emergencias de ámbito nacional e internacional.

## Análisis de llamadas recibidas por los servicios de emergencia

El propósito del análisis de las llamadas recibidas por el servicio 112 a lo largo de todo el ciclo de vida del desastre de inundación de septiembre de 2019 fue identificar, a partir de una experiencia de caso, las principales tipologías de necesidades y emergencias que experimenta la ciudadanía durante un evento de inundación catastrófica. De esta forma, fue posible identificar los ámbitos de actuación que deben ser tenidos en cuenta para generar las alertas.

Para realizar este análisis, los servicios de emergencia de la Generalitat Valenciana facilitaron al equipo a cargo de este trabajo la base de datos de las llamadas realizadas por la población al servicio 112 durante el episodio de lluvias torrenciales. La base de datos estuvo compuesta por un total de 14.194 llamadas realizadas entre los días 10 y 20 de septiembre de 2019. Tomamos como referencia estos 11 días con el fin de cubrir con el suficiente margen de tiempo las necesidades informativas y emergencias que tuvieron lugar antes, durante y después del episodio de lluvias. Esta base de datos incluía también las llamadas no relacionadas con el episodio de lluvias, por lo que se procedió a su filtrado con el objetivo de disponer tan solo de las llamadas realizadas con motivo de las necesidades informativas y emergencias derivadas del episodio de lluvias en los municipios de la Vega Baja. Como resultado de este filtrado, se obtuvo una muestra final de 4.078 llamadas.

Una vez preparada la base de datos, analizamos las llamadas con el propósito de codificar los diferentes tipos de necesidades informativas y emergencias que tuvieron lugar durante este evento catastrófico. Esta codificación fue realizada tomando como referencia dos fuentes de información: 1) la tipificación de la llamada realizada por defecto por los servicios de emergencia para llevar a cabo su clasificación y registro; y 2) los comentarios registrados por escrito por los técnicos del servicio 112 a fin de disponer de información complementaria y entender con mayor detalle el motivo de la llamada. Durante la codificación identificamos, por un lado, categorías generales o familias de problemas y, por otro, necesidades informativas y emergencias de carácter específico. Las categorías generales dieron lugar a las secciones de la biblioteca, mientras que las problemáticas específicas se interpretaron como sus áreas temáticas. De esta forma, estas dos categorías pueden definirse como:

- Sección: problemática general que incluye un conjunto de áreas temáticas específicas (p. ej., aseguramiento de la vivienda).
- Área temática: problemática específica incluida, junto con otras, dentro de una sección (p. ej., retirada y protección de objetos expuestos en el exterior de la vivienda).

A partir de la codificación de la información de las llamadas recibidas por el servicio de emergencia el equipo a cargo de esta investigación identificó un total de 12 secciones y 32 áreas temáticas.

## Revisión de mensajes de alerta de otros servicios de emergencia

Las secciones y áreas temáticas obtenidas mediante el análisis de las llamadas al servicio 112 fueron extraídas del análisis de un único caso de estudio. Por esta razón, con el fin de lograr un mayor nivel de exhaustividad en la identificación de secciones y áreas temáticas y garantizar la capacidad de generalización de la biblioteca a otros eventos de inundación y áreas de estudio, revisamos varios conjuntos de mensajes de alerta ante riesgo de inundación publicados por distintas agencias nacionales e internacionales de emergencias. Así, este análisis tuvo por objetivo completar el listado de secciones y áreas temáticas identificadas en la etapa anterior.

Para ello, revisamos documentos técnicos y sitios web oficiales que incluían baterías de consejos y recomendaciones para enfrentar los efectos de las lluvias intensas. Revisamos distintas fuentes hasta alcanzar la saturación informacional, es decir, decidimos poner fin a la búsqueda de mensajes de alerta en el momento en que los contenidos comenzaron a resultar redundantes y permitían identificar información nueva. En total, revisamos 15 conjuntos de mensajes, 9 procedentes de agencias de emergencias españolas: Comunitat Valenciana, Cataluña, Murcia, Andalucía, País Vasco, Navarra, Canarias, Ministerio de Exteriores y Dirección General de Protección Civil; y 6 de agencias internacionales: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de Estados Unidos, Oficina Federal de Protección Civil y Asistencia en caso de Catástrofe de Alemania, Ready.gov (Estados Unidos), Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), Agencia de Seguridad Sanitaria del Reino Unido y Real Sociedad para la Prevención de Accidentes de Reino Unido (ROSPA).

Una vez recopilados, procedimos a eliminar los mensajes repetidos o cuyos contenidos eran muy similares. Al hacerlo, obtuvimos una muestra final de 161 mensajes de alerta. Tras obtener los mensajes, los clasificamos por fase temporal y temática. Para hacerlo, tomamos como referencia la estructura provisional de contenidos (secciones y áreas temáticas) obtenida del análisis de las llamadas al servicio 112 durante la inundación de 2019 en la zona de estudio. No obstante, hubo mensajes que no encajaron dentro de esta estructura de contenidos, de forma que optamos por realizar una nueva codificación de secciones y áreas temáticas a partir del análisis del contenido de los mensajes no clasificables en la estructura inicial. De esta manera obtuvimos la estructura de contenidos final del trabajo, compuesta por 20 secciones y 55 áreas temáticas distribuidas en 4 fases temporales.

La tabla 1 presenta las secciones definitivas (p. ej., 1. Abastecimiento de recursos básicos) y áreas temáticas (p. ej., 1.1. Alimentación, medicamentos y otros) de la biblioteca de mensajes de alerta, distribuidas a lo largo de las cuatro fases principales del ciclo de vida de un evento de inundación.

Tabla 1. Fases, secciones y áreas temáticas de la biblioteca de mensajes de alerta ante riesgo de inundación

| **Fase 1: previsión** |
|---|
| 1. Información meteorológica |
| 1.1. Previsión de lluvias (72 h) |
| 1.2. Previsión de lluvias intensas (48 h) |
| 1.3. Previsión de lluvias muy intensas (48 h) |
| 1.4. Previsión de lluvias intensas (24 h) |
| 1.5. Previsión de lluvias muy intensas (24 h) |
| 1.6. Previsión de segunda lluvia intensa |
| 1.7. Previsión de segunda lluvia muy intensa |
| **Fase 2: preparación** |
| 1. Abastecimiento de recursos básicos |
| 1.1. Alimentación, medicamentos y otros |
| 1.2. Información del evento |
| 1.3. Planificación del plan de actuación |
| 2. Aseguramiento de la vivienda |
| 2.1. Productos peligrosos |
| 2.2. Elementos expuestos al exterior |
| 2.3. Suministro energético |
| 2.4. Canalización y zonas de filtración |
| 3. Cuidado de personas dependientes |
| 3.1. Población dependiente general |
| 3.2. Vejez |
| 3.3. Infancia |
| 3.4. Personas enfermas |
| 4. Tráfico y circulación por carretera |
| 4.1. Estado de vehículos |
| 4.2. Desplazamientos por carretera |
| 5. Actividades lectiva y de servicios |
| 5.1. Centros educativos |
| 5.2. Comercios y servicios administrativos |

*(continúa)*

Tabla 1. Fases, secciones y áreas temáticas de la biblioteca de mensajes de alerta ante riesgo de inundación *(continuada)*

| |
|---|
| 6. Actividades al aire libre |
| 6.1. Deporte |
| 6.2. Actividades de esparcimiento |
| 7. Cuidado de animales |
| 7.1. Ámbito doméstico |
| 7.2. Ámbito urbano y rural |
| **Fase 3: actuación** |
| 1. Filtración de agua en propiedades |
| 1.1. Vivienda |
| 1.2. Garajes y sótanos |
| 2. Emergencias de tráfico |
| 2.1. Estacionamiento de vehículos |
| 2.2. Emergencias en carretera |
| 3. Anegamiento y tormentas |
| 3.1. Zonas anegadas |
| 3.2. Zonas de montaña |
| 3.3. Zonas urbanas |
| 3.4. Zonas costeras |
| 3.5. Tormenta eléctrica |
| 4. Deslizamientos y desprendimientos |
| 4.1. Medio natural |
| 4.2. Mobiliario urbano |
| 5. Asistencia y rescate de personas |
| 5.1. Entorno social |
| 5.2. Emergencias al aire libre |
| 5.3. Personas heridas |
| 6. Evacuación de personas |
| 6.1. Desalojo de la vivienda |
| 6.2. Información |
| 6.3. Pautas de actuación |
| 7. Protección de animales |
| 7.1. Ámbito doméstico |
| 7.2. Ámbito urbano y rural |
| 8. Recursos y suministros básicos |
| 8.1. Agua y alimentación |
| 8.2. Energía |
| 8.3. Sistemas de comunicación |
| **Fase 4: recuperación** |
| 1. Seguridad personal |
| 1.1. Ámbito doméstico |
| 1.2. Ámbito urbano y rural |
| 2. Limpieza e higiene |
| 2.1. Vuelta a la vivienda |
| 2.2. Ámbito comunitario |
| 3. Daños personales |
| 3.1. Personas heridas |
| 4. Daños asegurados y ayudas |
| 4.1. Seguros |
| 4.2. Otras ayudas económicas |

Fuente: elaboración propia.

## Creación de los mensajes de alerta

Una vez establecida la estructura de contenidos de la biblioteca, procedimos a la redacción de los mensajes de alerta. El principio rector de esta tarea fue la producción de mensajes estructurados de forma sistemática, capaces de asegurar una comunicación funcional y efectiva. Los mensajes de esta biblioteca, de esta forma, cobran un valor añadido respecto a los consejos y recomendaciones disponibles en la literatura especializada por dos motivos: 1) su organización y distribución en secciones, áreas temáticas y fases temporales, lo que los convierte en mensajes más operativos y fácilmente localizables; y 2) la formulación sistemática y comunicativamente funcional de su contenido textual.

Para estructurar el contenido textual de los mensajes de una forma sistemática recurrimos a tres fuentes: 1) el manual de estilo de redacción de mensajería SMS creado por los servicios de emergencias de la Generalitat Valenciana; 2) el modelo *message mapping* de redacción y formato de mensajes de alerta de Covello[36], ampliamente empleado en la literatura especializada; y 3) un análisis del contenido de los mensajes de alerta publicados por otras agencias de emergencias, analizados en la etapa anterior.

En primer lugar, consultamos el manual de estilo de mensajería SMS de los servicios de emergencia del caso de estudio a fin de conocer los criterios básicos de redacción de los mensajes. Prestamos especial atención

[36] Covello, 2006.

a la necesidad de incluir la identidad del agente emisor de los mensajes, de crear una cabecera de mensaje con los datos básicos que identifican el fenómeno de riesgo y, en términos generales, de estructurar el contenido de una forma clara, concisa y sistemática. Tomando como referencia estos principios, recurrimos a la literatura especializada en busca de modelos de elaboración de mensajes que permitieran materializar los criterios recomendados en el manual de estilo. Tras revisar la literatura disponible sobre este ámbito de conocimiento, optamos por tomar como referencia el modelo *message mapping* de Covello[37]. Este modelo, empleado por la Agencia Estadounidense de Protección Ambiental y por la Organización Mundial de la Salud, es uno de los más utilizados en el ámbito de la comunicación de emergencias. Además de por su carácter seminal, este modelo fue seleccionado por su capacidad de sistematizar de forma clara y concisa el contenido textual de los mensajes. Este modelo propone los siguientes criterios para la elaboración de mensajes de alerta, que son a su vez los que hemos utilizado en este trabajo:

- Estructurar el contenido textual de los mensajes en tres compartimentos con distintas funciones comunicativas: 1) titular, que incluye la información esencial del mensaje; 2) hecho de refuerzo, que permite concretar a modo ejemplificativo las características de la alerta o de las acciones específicas de preparación, actuación y recuperación; y 3) complemento informativo, que permite ampliar la información aportada en los apartados anteriores.
- Evitar la jerga técnica, tratando de hacer comprensible el contenido de los mensajes para todo tipo de públicos, si bien manteniendo el rigor en el uso de terminología específica cuando el fenómeno descrito lo requiere.
- Usar recursos infográficos, como las mayúsculas para enfatizar algunos contenidos textuales o la segmentación de la información en párrafos separados entre sí, cuya función es garantizar una lectura clara y bien delimitada de la información por parte de los usuarios.

Este modelo ha sido tomado como referencia en este trabajo para estructurar el contenido de los mensajes y concretar su estilo. Asimismo, antes de comenzar con la redacción de los mensajes, revisamos la muestra de 161 mensajes de alerta extraída de la revisión de los contenidos publicados por otras agencias de emergencias con el objetivo de entender el estilo básico de los mensajes de alerta y asentar algunos conocimientos relativos a temáticas de alta especificidad técnica (p. ej., primeros auxilios, circulación por carretera o rescate de personas).

Redacción del contenido de los mensajes de alerta

Una vez establecida la estructura de contenidos de la biblioteca (secciones y áreas temáticas), el modelo de estructuración del contenido textual de los mensajes y el estilo básico de expresión de estos, procedimos a la redacción de los mensajes de alerta. Para ello, el equipo a cargo de esta investigación estuvo dividido en dos: un grupo encargado de la redacción del texto y otro responsable de revisar los contenidos redactados y proponer cambios para la mejora de los mensajes. Tras llevar a cabo varias sesiones de redacción y revisión de contenidos, obtuvimos una biblioteca provisional compuesta por 97 mensajes de alerta, todos ellos estructurados de forma sistemática de acuerdo con los tres apartados comunicativos utilizados: titular, hecho de refuerzo e información complementaria. No obstante, en aquellos casos en los que fue necesario ampliar información, añadimos más apartados a fin de ofrecer más información de refuerzo o de tipo complementario. El número final de mensajes fue obtenido por saturación informacional, en el momento en que los contenidos informacionales de cada área temática de la biblioteca fueron completados.

A continuación, exponemos los criterios de estilo y formato que consideramos en la redacción de los mensajes de alerta.

- Expresión: los mensajes fueron redactados de forma que puedan ser entendidos por la población general, evitando la jerga técnica. Por ello, los términos empleados fueron de comprensión general. No obstante, cuando el fenómeno informado así lo requirió, optamos por mantener el rigor en el uso de algunos términos concretos.
- Longitud: la longitud de los mensajes estuvo basada en el principio de economía de palabras, intentando contar lo esencial con el menor número de palabras. No obstante, en ningún caso la brevedad de los mensajes implicó la omisión de información importante.
- Lenguaje: debido a que la biblioteca de mensajes fue escrita originalmente en español, empleamos el tratamiento de "usted" a fin de incrementar la confianza del receptor en el agente emisor de la

[37] Covello, 2006.

información y en el contenido mismo de los mensajes. Asimismo, hicimos uso de fórmulas de lenguaje inclusivo.

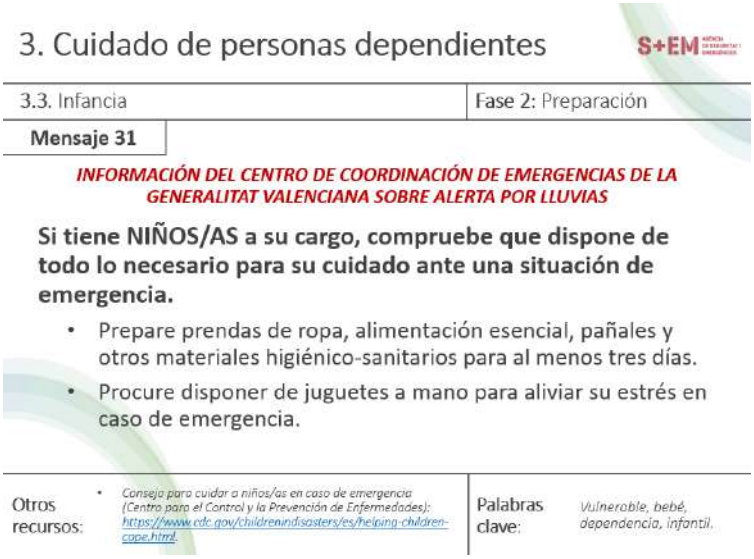
- Estilo: los mensajes fueron redactados de modo que pudieran ser adecuadamente comprendidos por la población general, alerten de forma efectiva del peligro, despierten confianza en el receptor y proporcionen información útil para orientar las acciones de preparación, actuación y recuperación de la población. Para formular los mensajes de forma comprensible y práctica tomamos como referencia las dimensiones ofrecidas por la literatura para evaluar la calidad comunicativa del contenido de aplicaciones móviles en diferentes ámbitos[38]. Concretamente, los mensajes fueron formulados atendiendo a las siguientes dimensiones, interpretadas como criterios de estilo: 1) saliencia, que hace referencia a la capacidad que tienen los mensajes de diferenciar la gravedad del episodio de lluvias previsto, y en consecuencia de poner a la población en alerta del modo más ajustado posible a la magnitud del evento; 2) confianza, referida a la capacidad de los mensajes de despertar en los usuarios la sensación de confianza acerca de su contenido; 3) consistencia, relativa a la capacidad de los mensajes de hacer comprensible el contenido de la información por medio de un uso adecuado del vocabulario y de la expresión gramatical; y 4) accionabilidad, que tiene relación con la capacidad que tienen los mensajes de activar a los usuarios y proporcionarles información adecuadamente explicada y ejemplificada para que estos lleven a cabo acciones efectivas de preparación, actuación y recuperación.
- Espaciado intertextual: dividimos el contenido textual de los mensajes en tres apartados: titular, hecho de refuerzo e información complementaria. Cada uno de estos apartados son expuestos empleando pequeños espacios de separación entre sí a fin de favorecer una lectura cómoda y funcional de los mensajes.
- Negrita: utilizamos la negrita en el titular del mensaje para enfatizar su importancia y diferenciar este apartado del resto.
- Mayúsculas: empleamos las mayúsculas en el texto del titular del mensaje con el propósito de enfatizar aquellas palabras más representativas del mensaje, es decir, las que permiten un conocimiento inmediato de su contenido.
- Cursiva: algunos mensajes incluyen texto en cursiva, indicando a los servicios técnicos de emergencias la opcionalidad de ofrecer dicha información atendiendo a las circunstancias específicas de cada evento. Por ejemplo, no todos los episodios de lluvia están acompañados de tormenta eléctrica, de forma que el texto sobre este fenómeno meteorológico está escrito en cursiva a fin de informar de su carácter optativo.
- Corchetes: en algunos mensajes sobre previsión se emplean los corchetes para señalar la necesidad de que sea el personal de los servicios de emergencia el que se encargue de precisar algunos datos que dependen de las características específicas del evento, como por ejemplo el nivel de alerta, el grado de intensidad de la lluvia prevista o el día y las horas que delimitan su duración. El recurso de los corchetes también es utilizado cuando resulta necesario incluir en algún mensaje un enlace a un sitio web para que el usuario que recibe el mensaje pueda acceder a información adicional de interés. En este caso, en el texto del mensaje aparece [link].
- Cabecera: todos los mensajes incluyen una cabecera en la que se incluyen datos básicos sobre la identidad del agente emisor de la información y del fenómeno reportado (p. ej., "Información del Centro de Coordinación de Emergencias de la Generalitat Valenciana sobre alerta por lluvias").

## Creación de las fichas de mensaje

Una vez redactados los mensajes, diseñamos el formato de la biblioteca, es decir, el material específico en el que integrar de forma sistemática el conjunto de mensajes de alerta. El criterio seguido para llevar a cabo esta tarea fue asegurar el uso operativo de la biblioteca por parte de los servicios de emergencia. Para ello, perseguimos por un lado que el formato de la biblioteca estuviese adaptado a la estructura de contenidos basada en fases temporales, secciones y áreas temáticas. Por otro lado, procuramos que la información estuviera dispuesta de una forma operativa y que incluyera mecanismos para facilitar su manejo por parte del personal encargado de emitir los mensajes de alerta. Optamos por el diseño de fichas individuales, formateadas en diapositivas de 25 x 19 cm que incluyen toda la información relativa a un mensaje. Cada mensaje dispone de una ficha que incluye (figura 1): 1) su codificación temática y temporal; 2) su contenido informacional; y 3) una serie de recursos adicionales que facilitan el uso operativo de la biblioteca.

[38] Fischer; Putzke-Hattori; Fischbach, 2019.

Figura 1. Ejemplo de ficha de mensaje




Fuente: elaboración propia.

A continuación, explicamos de forma detallada la información de cada uno de los tres apartados de la ficha:

1. Codificación temática y temporal del mensaje: cada una de las fichas incluye información sobre la fase temporal (previsión, preparación, actuación y recuperación), la sección y el área temática a la que pertenece cada mensaje. Asimismo, los mensajes disponen de un número de identificación, expresado de forma numérica (mensajes 1 a 99[39]). La numeración de las secciones (p. ej., 1.) y áreas temáticas (p. ej., 1.1.) es independiente en cada una de las cuatro fases del ciclo de vida del evento. Cuando comienza cada fase temporal, la numeración de las secciones y áreas temáticas parte desde 1, es decir, no es acumulativa entre fases.
2. Contenido informacional: el contenido de los mensajes ha seguido en la mayoría de los casos la estructura tripartita compuesta por un titular (texto en negrita), un hecho de refuerzo (primer punto debajo del titular) y una información complementaria (segundo punto debajo del titular).
3. Recursos adicionales: en la parte inferior de la ficha hemos incluido, por un lado, un apartado denominado "otros recursos", en el que son proporcionados enlaces a sitios web para que, en el caso de que el personal de emergencias lo encuentre oportuno, sea posible ampliar la información de los mensajes de alerta recibidos por la población. Por último, creamos un apartado de "palabras clave", cuya función es facilitar el manejo de los contenidos de la biblioteca por parte del personal de emergencias. Debido al tamaño de la biblioteca (99 mensajes finales), incluimos en las fichas palabras clave para agilizar la búsqueda y localización de mensajes. Incluimos entre 3 y 7 palabras clave por cada ficha de mensaje, todas ellas relativas a sinónimos o conceptos relacionados. Para evitar solapamientos y ampliar el espectro de búsqueda, las palabras clave fueron siempre diferentes al resto de palabras que aparecen en los demás apartados de la ficha.

## Testeo de los mensajes de alerta

La última etapa de la presente investigación tuvo por objetivo realizar un testeo de los mensajes de alerta. El testeo se realizó con el objetivo de comprobar la validez técnica, la comprensión y la operatividad de los mensajes. De este modo, fueron planteados dos tipos de testeo: el testeo de expertos y el testeo de usuarios.

## Testeo de expertos

Este testeo estuvo dirigido a validar junto con expertos los mensajes que contienen información técnica de

[39] Si bien el número inicial de mensajes redactados por el equipo de investigación fue de 97, el testeo posterior dio lugar a 2 nuevos mensajes, por lo que el número total de mensajes de la biblioteca fue de 99.

carácter específico. Durante este testeo revisamos todos los mensajes de la biblioteca y seleccionamos aquellos que incluían algún tipo de contenido técnico específico. Tras realizar esta revisión seleccionamos 26 mensajes, la mayoría de ellos relacionados con primeros auxilios, tráfico y rescate de personas, es decir, temáticas de alta sensibilidad que tienen lugar durante una emergencia por inundación. Para llevar a cabo el testeo consultamos a 6 expertos: 2 sanitarios especializados en el ámbito de las urgencias médicas, 2 bomberos especializados en desastres ambientales y 2 miembros del departamento técnico de Protección Civil. Durante el testeo preguntamos a los expertos si la información: 1) era técnicamente correcta; 2) podía expresarse de una forma más adecuada; y 3) si era necesario añadir o eliminar algún tipo de información. Los expertos revisaron todos los mensajes seleccionados y realizaron comentarios y sugerencias de cambio que permitieron validar y perfeccionar el contenido de los mensajes de alerta.

## Testeo de usuarios

Este segundo testeo estuvo dirigido a comprobar si los usuarios comprenden adecuadamente el contenido de los mensajes y si estos son útiles y lo suficientemente explicativos como para llevar a cabo las acciones de preparación, actuación y recuperación recomendadas. Este testeo no estuvo orientado a la validación técnica del contenido de los mensajes, sino a la valoración de su efectividad comunicativa y de su comprensión por parte del receptor final. Concretamente, los mensajes fueron testados de acuerdo con los siguientes criterios de evaluación:

- Expresión y lenguaje: terminología utilizada para hacer comprensible los fenómenos de alerta y las acciones recomendadas.
- Saliencia: capacidad de un mensaje de trasladar de forma efectiva la gravedad de una situación de emergencia.
- Ejemplicidad: uso de ejemplos adecuados para ilustrar de forma práctica la acción recomendada.
- Explicabilidad: capacidad de un mensaje de describir de forma exhaustiva el modo de implementar una acción.
- Viabilidad: factibilidad de las acciones recomendadas para ser implementadas por la población general.

El objetivo último del testeo fue identificar áreas de mejora de los mensajes, proponiendo para ello correcciones y soluciones de mejora para aumentar la eficacia de los mensajes en cada una de las cinco dimensiones evaluadas. Para realizar el testeo seleccionamos 3 grupos de edad: jóvenes (18 a 30 años), adultos (31 a 65 años) y personas mayores (más de 65 años). Las sesiones de trabajo consistieron en dinámicas de grupos mixtos, es decir, sesiones compuestas por representantes de cada uno de los tres grupos de edad. En concreto, realizamos tres sesiones de 9 personas cada una, en las que participaron 3 personas jóvenes, 3 personas adultas y 3 personas mayores, todos ellas procedentes de distintos municipios de la Vega Baja (zona afectada por la inundación caso de estudio). De esta forma, en el testeo participó un total de 27 personas: 14 hombres y 13 mujeres. Los grupos mixtos permitieron poner en común el grado de comprensión de los mensajes de cada estrato de edad, siendo más fácil de esta manera alcanzar propuestas de mejora más equilibradas desde el punto de vista de la comprensión general de los mensajes. Durante las sesiones fueron testados todos los mensajes de la biblioteca. Cada sesión consistió en la exposición, mensaje a mensaje, de los contenidos de la biblioteca. Al exponer los mensajes, preguntamos a los participantes: 1) si su contenido era comprensible para la población general (expresión y lenguaje); 2) si el mensaje reunía las características necesarias para alertar de forma adecuada a la población sobre la emergencia (saliencia); 3) si los mensajes contenían ejemplos en aquellos casos en los que su uso era posible y preciso (ejemplicidad); 4) si las acciones recomendadas se explicaban de forma comprensible y clara (explicabilidad); y 5) si las acciones recomendadas en los mensajes eran viables y podrían ser implementadas con facilidad en el ámbito doméstico (viabilidad). Durante las sesiones de trabajo los mensajes fueron testados de acuerdo con cada una de estas dimensiones, registrando de forma continua las propuestas de mejora que realizaban los participantes. Una vez celebradas todas las sesiones, el equipo de investigación a cargo de este trabajo procedió a realizar las modificaciones de los mensajes a partir de los resultados de la evaluación.

Los cambios realizados en los mensajes tras el testeo pueden clasificarse en 5 tipos según el nivel de modificación requerido: 1) mensajes sin cambios reseñables: erratas ortográficas y modificación de pocas palabras (40 mensajes); 2) mensajes con cambios menores: pequeños cambios en la expresión de frases y modificación de palabras relevantes dentro del cuerpo del mensaje

(42 mensajes); 3) mensajes con cambios moderados: redacción nueva de algunas frases completas y cambio de ejemplos en mensajes sobre acciones recomendadas (14 mensajes); 4) mensajes con cambios mayores: modificación casi integral del texto de los mensajes (1 mensaje); y 5) mensajes nuevos: redacción de nuevos mensajes sobre fenómenos no contemplados en fases previas (2 mensajes). Este testeo dio lugar a la biblioteca definitiva de mensajes de alerta por inundación, compuesta finalmente por 99 mensajes testados[40].

## Conclusiones

Para finalizar esta propuesta es importante reflexionar acerca de los retos y oportunidades que presenta la elaboración de mensajes de alerta en la actualidad. En primer lugar, es importante recordar que nos encontramos ante un campo de estudio emergente y en desarrollo. No obstante, los importantes beneficios que presentan los sistemas de alerta ante eventos de inundación obligan a académicos y autoridades a tender puentes de colaboración para continuar generando conocimientos sobre protocolos para la elaboración sistemática de mensajes de alerta ante emergencias por inundación, especialmente ante el aumento del riesgo de desastre derivado del cambio climático.

Este trabajo, atendiendo a las oportunidades de mejora dentro de este ámbito, reivindica la importancia de las bibliotecas como plataforma para la elaboración y organización sistemática de mensajes de alerta ante riesgos. Las bibliotecas de mensajes son un recurso estratégico para identificar de forma exhaustiva los ámbitos de actuación sobre los que emitir alertas, protocolizar la elaboración de mensajes, dotarlos de funciones comunicativas y organizar la información por categorías temáticas de distinto tipo. Esta sistematicidad puede incrementar el alcance y la efectividad de los mensajes de alerta emitidos por los servicios de emergencia. Igualmente, este tipo de bases de datos protocolizadas persigue facilitar la labor de los servicios de emergencias en momentos críticos en los que la rapidez de actuación y comunicación resultan clave para asegurar una respuesta eficaz que repercuta positivamente sobre la reducción de los daños materiales y humanos.

A pesar de su importancia estratégica, la mayoría de los servicios de emergencia a nivel internacional no dispone todavía de catálogos o bibliotecas de mensajes. Sin embargo, en la actualidad existe una demanda creciente por diseñar e implementar protocolos para la elaboración normalizada de mensajes de alerta. Esta demanda, además de realizarse desde el ámbito académico, está siendo recogida por algunas instituciones. La Unión Europea, por ejemplo, está avanzando en los últimos años en esta línea, tratando de fomentar una nueva generación de sistemas de alerta temprana a través del sistema UE-Alert. El proceso de diseño e implementación de este sistema, que propone mejoras técnicas para el envío masivo de alertas a la población a través de los servicios de telefonía móvil, representa una oportunidad única para institucionalizar protocolos de elaboración de mensajes de alerta como el que hemos presentado en este trabajo.

Por supuesto, el carácter piloto de este trabajo implica la existencia de limitaciones metodológicas que deben ser consideradas. En primer lugar, esta biblioteca ha sido diseñada únicamente en idioma español y, en consecuencia, testada por población nativa en este idioma. Sin embargo, la zona de estudio presenta una diversidad sociodemográfica que haría recomendable su traducción y testeo en otros idiomas a fin de asegurar la cobertura sociodemográfica de la población receptora de mensajes. En segundo lugar, el testeo se realizó a partir de un evento reciente sobre el que la población tiene todavía un recuerdo bastante nítido, si bien la comprobación de la eficacia de los mensajes de alerta solo podrá hacerse de manera robusta durante una futura situación real de emergencia. En tercer lugar, es importante señalar que el alcance de la identificación de las temáticas de la biblioteca de mensajes depende directamente de la magnitud de las emergencias y de los daños acaecidos durante el evento objeto de estudio. En este sentido, se puede establecer que, a mayor intensidad del evento, mayor suele ser el número de emergencias experimentadas por la población, lo que finalmente se traduce en la identificación de un mayor número de temas susceptibles de formar parte de la estructura de contenidos de la biblioteca de mensajes de alerta. La variabilidad de los eventos de inundación en términos de magnitud y las diferencias sociales, demográficas y económicas entre territorios representan un factor de incertidumbre para la identificación exhaustiva de estas temáticas. Por ello, en esta investigación se ha elegido un evento catastrófico en el que el volumen de emergencias (llamadas al servicio 112)

[40] La versión completa y original de la biblioteca de mensajes se puede solicitar a los autores de este artículo o ser consultada a través del siguiente enlace: https://iuaca.ua.es/es/inundaciones-sequias/comunicacion-del-riesgo.html

aseguraba una observación exhaustiva de las distintas situaciones que se pueden dar durante una gran inundación. No obstante, es aconsejable que el análisis de las llamadas se complemente con otras fuentes, como la revisión de bibliografía especializada o la consulta a expertos locales en el análisis y la gestión del riesgo de inundación. En cuarto lugar, es importante tener en cuenta la posibilidad de que no todas las necesidades y emergencias experimentadas por la población se comuniquen al servicio 112. A fin de ser operativos y garantizar una respuesta rápida y eficaz, los servicios de emergencia no siempre registran de forma detallada los motivos de las emergencias atendidas por teléfono. Asimismo, la población puede optar por no notificar algunas emergencias relacionadas con asuntos domésticos al creer que su resolución depende de la acción individual y no de la asistencia de los servicios de emergencia. Por lo tanto, al analizar las llamadas de emergencia es necesario tener en cuenta tanto la posibilidad de que exista información oculta como la necesidad de contar con explicaciones más detalladas por parte de las personas afectadas por las emergencias. Por este motivo, en esta investigación se ha realizado un proceso de testeo con la comunidad local dirigido a complementar y contextualizar la información incluida en los mensajes de alerta. Como forma de dar seguimiento al trabajo, el proceso de consulta con la población local podría incluir un segundo encuentro con las personas participantes en el testeo a fin de presentar públicamente la biblioteca final de mensajes y contribuir a su conocimiento y difusión local. Por último, en lo que respecta a las limitaciones asociadas al análisis de las llamadas de emergencia para crear catálogos de avisos, cabe destacar la existencia de barreras estructurales en la comunicación de emergencias que no dependen en sí mismas de la calidad de los mensajes de alerta. Estas barreras presentan relación con aspectos fundamentales, como la percepción social del riesgo, la memoria de la población sobre inundaciones pasadas o la confianza en las instituciones responsables de la gestión del riesgo y las emergencias. La comunicación de emergencias, de este modo, se produce a lo largo de un continuo que incluye la calidad técnica de los sistemas de alerta, la cultura de riesgo de la población y la gestión de las instituciones públicas.

Por último, cabe señalar que la propuesta expuesta en este artículo, si bien ha sido diseñada para cubrir las áreas de emergencia que tienen lugar durante eventos de inundación, podría ser utilizada para el diseño de bibliotecas de mensajes de alerta ante otras amenazas. Más allá de las adaptaciones específicas que serían necesarias para crear una biblioteca de mensajes ante otros peligros, la contribución más importante de este trabajo dentro del ámbito de la comunicación de emergencias es la propuesta de una arquitectura metodológica replicable para la elaboración exhaustiva, sistemática y funcional de mensajes de alerta ante riesgos ambientales y otros eventos estresantes.

## Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por: 1) Centro de Coordinación de Emergencias de la Generalitat Valenciana; 2) Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2021-122500OB-I00); y 3) Generalitat Valenciana (CIAICO/2021/173).

## Referencias

**Abunyewah, Matthew; Gajendran, Thayaparan; Maund, Kim.** 2018: "Conceptual framework for motivating actions towards disaster preparedness through risk communication". *Procedia Engineering*, 212, 246-253. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.032

**Armaş, Iuliana; Avram, Eugen.** 2009: "Perception of flood risk in Danube Delta, Romania". *Natural Hazards*, 50, 269-287. https://doi.org/10.1007/s11069-008-9337-0

**Aznar-Crespo, Pablo; Aledo, Antonio; Melgarejo-Moreno, Joaquín.** 2020: "Social vulnerability to natural hazards in tourist destinations of developed regions". *Science of the total Environment*, 709, 135870. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135870

**Aznar-Crespo, Pablo; Ortiz, Guadalupe; Aledo, Antonio.** 2022: "Construcción de una biblioteca de mensajes para la comunicación del riesgo de inundación", en Melgarejo, Joaquín; López-Ortiz, María Inmaculada; Fernández-Aracil, Patricia. (Eds.), *Agua, energía y medioambiente*. Alicante (España), Publicacions de la Universitat d'Alacant, 647-658.

**Banco Mundial.** 2014: *Sistemas de Alerta Temprana por Fenómenos Hidrometeorológicos en Colombia: Herramientas para la Toma de Decisiones en Momentos de Emergencias.* Bogotá (Colombia), Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial, Región de América Latina y El Caribe.

**Bean, Hamilton; Sutton, Jeannette; Liu, Brooke; Madden, Stephanie; Wood, Michele; Mileti, Dennis.** 2015: "The study of mobile public warning messages: a research review and agenda". *Review of Communication*, 15, 60-80. https://doi.org/10.1080/15358593.2015.1014402

**Bell, Heather; Tobin, Graham.** 2007: "Efficient and effective? The 100-year flood in the communication and perception of flood risk". *Environmental Hazards*, 7, 302-311. https://doi.org/10.1016/j.envhaz.2007.08.004

**Botzen, Wouter; Van den Bergh, Jeroen.** 2012: "Risk attitudes to low-probability climate change risks: WTP for flood insurance". *Journal of Economic Behavior & Organization*, 82, 151-166. https://doi.org/10.1016/j.jebo.2012.01.005

**Bradford, Roisin; O'Sullivan, John James; Van der Craats, Irene; Krywkow, Jörg; Rotko, P.**; Aaltonen, Juha; Bonaiuto, Marino; De Dominicis, Stefano; Waylen, Kerry; Schelfaut, K. 2012: "Risk perception-issues for flood management in Europe". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12, 2299-2309. https://doi.org/10.5194/nhess-12-2299-2012

**Canales, Gregorio; López-Pomares, Alejandro.** 2011: "La extensión del regadío en el municipio de Orihuela y su repercusión en el territorio (1910-2010)". *Papeles de Geografía*, 53-54, 49-63.

**Carsell, Kim; Pingel, Nathan; Ford, David.** 2004: "Quantifying the benefit of a flood warning system". *Natural Hazards Review*, 5(3), 131-140. https://doi.org/10.1061/(ASCE)1527-6988(2004)5:3(131)

**Chaves, Javier; De Cola, Tomaso.** 2017: "Public warning applications: Requirements and examples". *Wireless Public Safety Networks*, 3, 1-18. https://doi.org/10.1016/B978-1-78548-053-9.50001-9

**Confederación Hidrográfica del Segura (CHS).** 2019: *Datos del Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de la Confederación Hidrográfica del Segura.* https://www.chsegura.es/es/cuenca/redes-de-control/saih/

**Consorcio de Compensación de Seguros (CCS).** 2021: *Estadística de riesgos extraordinarios (series 1971-2021).* Madrid (España), Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. https://www.consorseguros.es/web/documents/10184/44193/Estadistica_Riesgos_Extraordinarios_1971_2014/14ca6778-2081-4060-a86d-728d9a17c522

**Covello, Vincent.** 2006: "Risk communication and message mapping: A new tool for communicating effectively in public health emergencies and disasters". *Journal of Emergency Management*, 4(3), 25-40. https://doi.org/10.5055/jem.2006.0030

**Cumiskey, Lydia; Werner, Micha; Meijer, Karen; Fakhruddin, Bapon Shm; Hassan, Ahmadul.** 2015: "Improving the social performance of flash flood early warnings using mobile services". *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment,* 6, 57-72. https://doi.org/10.1108/IJDRBE-08-2014-0062

**De la Cruz-Reyna, Servando; Tilling, Robert.** 2008: "Scientific and public responses to the ongoing volcanic crisis at Popocatépetl Volcano, Mexico: Importance of an effective hazards-warning system". *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 170(1-2), 121-134. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.09.002

**Demeritt, David; Nobert, Sebastien.** 2014: "Models of best practice in flood risk communication and management". *Environmental Hazards*, 13(4), 313-328. https://doi.org/10.1080/17477891.2014.924897

**Dirección General de Protección Civil y Emergencias (DGPCE).** 2021: *Sistema de alerta a la población de la red de alerta nacional ES-Alert (RAN-PWS). Protocolo de utilización* (borrador). Madrid (España), DGPCE.

**Fakhruddin, Bapon; Clark, Helen; Robinson, Lisa; Hieber-Girardet, Loretta.** 2020: "Should I stay or should I go now? Why risk communication is the critical component in disaster risk reduction". *Progress in Disaster Science*, 8, 100139. https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2020.100139

**Fischer, Diana; Putzke-Hattori, Johannes; Fischbach, Kai.** 2019: "Crisis warning apps: Investigating the factors influencing usage and compliance with recommendations for action", en *Hawaii International Conference on System Sciences.* Grand Wailea (Hawaii-United States), 11 January 2019. https://doi.org/10.24251/HICSS.2019.079

**Gil-Olcina, Antonio; Canales, Gregorio.** 2023: *Concausas y tipos de inundaciones en la Vega Baja del Segura*. Alicante (España), Universidad de Alicante.

**Grothmann, Torsten; Reusswig, Fritz.** 2006: "People at risk of flooding: Why some residents take precautionary action while others do not". *Natural Hazards*, 38, 101-120. https://doi.org/10.1007/s11069-005-8604-6

**Hagemeier-Klose, Maria; Wagner, Klaus.** 2009: "Evaluation of flood hazard maps in print and web mapping services as information tools in flood risk communication". *Natural Hazards*, 9, 563-574. https://doi.org/10.5194/nhess-9-563-2009

**Harbach, Marian; Fahl, Sascha; Yakovleva, Polina; Smith, Matthew.** 2013: "Sorry, I Don't Get It: An Analysis of Warning Message Texts", en Adams, A. A., Brenner, M. y Smith, M. (Eds.), *Financial Cryptography and Data Security. FC 2013. Lecture Notes in Computer Science.* Berlin (Deutschland), Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41320-9_7

**Heitz, Carine; Spaeter, Sandrine; Auzet, Anne-Véronique; Glatron, Sandrine.** 2009: "Local stakeholders' perception of muddy flood risk and implications for management approaches: a case study in Alsace (France)". *Land Use Policy*, 26, 443-451. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.05.008

**Intrieri, Emanuele; Dotta, Giulia; Fontanelli, Katia; Bianchini, Chiara; Bardi, Federica; Campatelli, Federico; Casagli, Nicola.** 2020: "Operational framework for flood risk communication". *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 46, 101510. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101510

**Jacks, Elliot; Davidson, Jim; Wai, H.**G.; Dupuy, Charles; Tutis, Vlasta; Scharfenberg, Kevin. 2010: *Guidelines on early warning systems and application of nowcasting and warning operations*. Geneva (Switzerland), World Meteorological Organization.

**Kuller, Martijn; Schoenholzer, Kevin; Lienert, Judit.** 2021: "Creating effective flood warnings: A framework from a critical review". *Journal of Hydrology*, 602, 126708. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126708

**Kundzewicz, Zbigniew.** 2002: "Non-structural flood protection and sustainability". *Water International*, 27(1), 3-13. https://doi.org/10.1080/02508060208686972

**López-Vázquez, Esperanza; Marvan, María Luisa.** 2003: "Risk perception, stress and coping strategies in two catastrophe risk situations". *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 31, 61-70. https://doi.org/10.2224/sbp.2003.31.1.61

**Leonard, Graham; Johnston, David; Paton, Douglas; Christianson, Amy; Becker, Julia; Keys, Harry.** 2008: "Developing effective warning systems: Ongoing research at Ruapehu volcano, New Zealand". *Journal of Volcanology and Geothermal Research*,172(3-4),199-215.https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.12.008

**Mileti, Dennis; Peek, Lori.** 2000: "The social psychology of public response to warnings of a nuclear power plant accident". *Journal of Hazardous Materials*, 75(2-3), 181-194. https://doi.org/10.1016/S0304-3894(00)00179-5

**Moe, Tun Lie; Pathranarakul, Pairote.** 2006: "An integrated approach to natural disaster management: public project management and its critical success factors". *Disaster Prevention and Management: an International Journal*, 15(3), 396-413. https://doi.org/10.1108/09653560610669882

**Morss, Rebecca; Mulder, Kelsey; Lazo, Jeffrey; Demuth, Julie.** 2016: "How do people perceive, understand, and anticipate responding to flash flood risks and warnings? Results from a public survey in Boulder, Colorado, USA". *Journal of Hydrology*, 541, 649-664. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.11.047

**Murphy, Joe; Rutland, Kaylee; Dyson, Joanne; Leck, Amanda; Rundle, Sascha; Greer, Dominique; Dootson, Paula.** 2018: *Public information and warnings. Australian Disaster Resilience Handbook Collection, Handbook 16*. Melbourne (Australia), Australian Institute for Disaster Resilience.

**Nagarajan, Magesh; Shaw, Duncan; Albores, Pavel.** 2012: "Disseminating a warning message to evacuate: a simulation study of the behaviour of neighbours". *European Journal of Operational Research*, 220, 810-819. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.02.026

**Neußner, Olaf.** 2021: "Early warning alerts for extreme natural hazard events: A review of worldwide practices". *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 60, 102295. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102295

**Núñez-Mora, José Ángel.** 2019: *Análisis meteorológico y climático. Temporal de precipitaciones torrenciales. Septiembre de 2019 en la Comunidad Valenciana*. Madrid (España), Agencia Estatal de Meteorología.

**O'Neill, Saffron; Nicholson-Cole, Sophie.** 2009: "'Fear won't do it': promoting positive engagement with climate change through visual and iconic representations". *Science Communication*, 30(3), 355-379. https://doi.org/10.1177/1075547008329201

**Padilla, Raymundo.** 2018: "Prácticas históricas de alertamiento y protección ante huracanes en Baja California Sur", en Altez, Rogelio, Campos, Isabel (Eds.), *Antropología, Historia y Vulnerabilidad. Miradas diversas desde América Latina*. Zamora de Hidalgo (Michoacán-México), El Colegio de Michoacán, 141-166.

**Párraga-Niebla, Cristina; Chaves, Javier; De Cola, Tomaso.** 2016: "Design aspects in multi-channel public warning systems", en Cámara, Daniel, Nikaein, Navid (Eds.), *Wireless Public Safety Networks 2.* Oxford (United Kingdom), Elsevier, 227-261. https://doi.org/10.1016/B978-1-78548-052-2.50008-6

**Párraga-Niebla, Cristina; Chaves, Javier; Ramírez-Cisneros, Joaquín; Mendes, Miguel; Ferrer, Montse.** 2014: "The Benefits of Alerting System Based on Standardised Libraries". *GRF Davos Planet@Risk*, 2(2), 89-93.

**Perera, Duminda; Seidou, Ousmane; Agnihotri, Jetal; Mehmood, Hamid; Rasmy, Mohamed.** 2020a: "Challenges and technical advances in flood early warning systems (FEWSs)", en Huang, Guangwei (Ed.), *Flood impact mitigation and resilience enhancement*. London (United Kingdom), IntechOpen, 19-36.

**Perera, Duminda; Agnihotri, Jetal; Seidou, Ousmane; Djalante, Riyanti.** 2020b: "Identifying societal challenges in flood early warning systems". *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51, 101794. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101794

**Perić, Jovana; Cvetković, Vladimir.** 2019: "Demographic, socio-economic and phycological perspective of risk perception from disasters caused by floods: case study Belgrade". *International Journal of Disaster Risk Management*, 1, 31-45. https://doi.org/10.18485/ijdrm.2019.1.2.3

**Perreault, Milfred; Houston, Brian; Wilkins, Lee.** 2014: "Does scary matter? testing the effectiveness of new national weather service tornado warning messages". *Communication Studies*, 65, 484-499. https://doi.org/10.1080/10510974.2014.956942

**Reuter, Christian; Kaufhold, Marc-André; Leopold, Inken; Knipp, Hannah.** 2017: "Katwarn, NInA, or FEMA? Multi-method Study on Distribution, Use, and Public Views on Crisis Apps", en *European Conference on Information Systems (ECIS).* Guimarães (Portugal), 5 de julio de 2017.

**Shrestha, Mandira; Goodrich, Chanda; Udas, Pranita; Rai, Dil; Gurung, Min; Khadgi, Vijay.** 2016: *Flood early warning systems in Bhutan: a gendered perspective*. Kathmandu (Nepal), International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). https://doi.org/10.53055/ICIMOD.632

**Sutton, Jeannette; Spiro, Emma; Johnson, Britta; Fitzhugh, Sean; Gibson, Ben; Butts, Carter.** 2014: "Warning tweets: serial transmission of messages during the warning phase of a disaster event". *Information, Communication & Society*, 17, 765-787. https://doi.org/10.1080/1369118X.2013.862561

**Terpstra, Teun; Lindell, Michael; Gutteling, Jan.** 2009: "Does communicating (flood) risk affect (flood) risk perceptions? Results of a quasi-experimental study". *Risk Analysis*, 29, 1141-1155. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2009.01252.x

**Terpstra, Teun.** 2011: "Emotions, trust, and perceived risk: affective and cognitive routes to flood preparedness behavior". *Risk Analysis*, 31, 1658-1675. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01616.x

**Thieken, Annegret; Bubeck, Philip; Heidenreich, Anna; Von Keyserlingk, Jennifer; Dillenardt, Lisa; Otto, Antje.** 2023: "Performance of the flood warning system in Germany in July 2021 - insights from affected residents". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23(2), 973-990. https://doi.org/10.5194/egusphere-2022-244

**Wachinger, Gisela; Renn, Ortwin; Begg, Chloe; Kuhlicke, Christian.** 2013: "The risk perception paradox-implications for governance and communication of natural hazards". *Risk Analysis*, 33, 1049-1065. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01942.x

**Wagner, Klaus.** 2007: "Mental models of flash floods and landslides". *Risk Analysis*, 27, 671-682. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2007.00916.x

**Wood, Matthew; Kovacs, Daniel; Bostrom, Ann; Bridges, Todd; Linkov, Igor.** 2012: "Flood risk management: US Army Corps of Engineers and layperson perceptions". *Risk Analysis*, 32, 1349-1368. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01832.x

**Zambrano, Ana María; Palau, Carlos; Esteve, Domingo Manuel; Zambrano, Óscar.** 2016: "Sistema de alerta temprana para terremotos: Una propuesta innovadora y económica basada en Smartphones", en *XXVI Jornadas en Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Escuela Politécnica Nacional.* Quito (Ecuador), 8 de julio de 2016.

Miscelánea

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# El abastecimiento de agua en una ciudad industrial: Bilbao (España), 1877-1936

## *The water supply in an industrial city: Bilbao (Spain), 1877-1936*

**Carlos Larrinaga Rodríguez**
Universidad de Granada
Granada, España
larrinag67@hotmail.com
ORCID: 0000-0001-7053-5877

**Información del artículo**
**Recibido:** 21/05/2023
**Revisado:** 11/10/2023
**Aceptado:** 18/10/2023

**ISSN** 2340-8472
**ISSNe** 2340-7743
**DOI** 10.17561/at.24.8066

CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

**RESUMEN**

El abastecimiento de agua ha sido históricamente uno de los servicios públicos urbanos más críticos desde la Antigüedad, ya que una ciudad sin suministro de agua potable resulta inviable. Con el desarrollo de la industrialización, hubo localidades que crecieron mucho, tanto urbanística como demográficamente, por lo que la provisión de agua supuso en muchos casos un problema de envergadura. Este artículo analiza, precisamente, uno de estos casos, Bilbao, que experimentó un crecimiento inusitado desde finales del siglo XIX. Por tanto, el objetivo de este trabajo es analizar cómo se conformó un Sistema Moderno de Agua Potable con una población en constante crecimiento y con unos recursos limitados. Con este objetivo, la metodología empleada ha sido un análisis de la situación basado en los siguientes ejes: el fuerte crecimiento poblacional, cómo se pasó de una oferta natural a una oferta producible y cómo actuó la administración para solucionar el problema.

**PALABRAS CLAVE**: Abastecimiento de Agua, Industrialización, Sistema Moderno de Agua Potable, Bilbao, España.

**ABSTRACT**

The water supply has historically been one of the most critical urban public services since Antiquity, because a city without a supply of drinking water is unviable. With the development of industrialization, there were towns that grew a lot, both urbanistic and demographically, so the provision of water was in many cases a major problem. In this article, we are going to focus precisely on one of these cases, Bilbao, which experienced unusual growth since the end of the 19th century. Therefore, the objective of this work is to analyze how a Modern Drinking Water System was set up/establish with a constantly growing population and limited resources. For this purpose, the methodology used has been an analysis of the situation based on the following axes: strong population growth, how it went from a natural offer to a producible offer and how the administration acted to solve the problem.

**KEYWORDS:** Water Supply, Industrialization, Modern Drinking Water System, Bilbao, Spain.

## *O abastecimento de água numa cidade industrial: Bilbao (Espanha), 1877-1936*

**RESUMO**

O abastecimento de água tem sido historicamente um dos serviços públicos urbanos mais críticos desde a Antiguidade, pois uma cidade sem abastecimento de água potável é inviável. Com o desenvolvimento da industrialização, houve povoações que cresceram muito, tanto urbanística como demograficamente, pelo que o abastecimento de água foi em muitos casos um grande problema. Neste artigo vamos nos concentrar justamente em um desses casos, Bilbao, que conheceu um crescimento incomum desde o final do século XIX. Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar como se formou um Sistema Moderno de Água Potável com uma população em constante crescimento e recursos limitados. Para isso, a metodologia utilizada foi uma análise da situação com base nos seguintes eixos: forte crescimento populacional, como passou de uma oferta natural para uma oferta produtível e como a administração agiu para resolver o problema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de Agua, Industrialização, Sistema Moderno de Água Potável, Bilbao, Espanha.

## *L'approvisionnement en eau d'une ville industrielle: Bilbao (Espagne), 1877-1936*

**RÉSUMÉ**

L'approvisionnement en eau est historiquement l'un des services publics urbains les plus critiques depuis l'Antiquité, car une ville sans eau potable n'est pas viable. Avec le développement de l'industrialisation, certaines villes se sont beaucoup développées, tant sur le plan urbanistique que démographique, de sorte que l'approvisionnement en eau était dans de nombreux cas un problème majeur. Dans cet article, nous allons nous concentrer précisément sur l'un de ces cas, Bilbao, qui a connu une croissance inhabituelle depuis la fin du XIXe siècle. Par conséquent, l'objectif de ce travail est d'analyser comment un système d'eau potable moderne s'est formé avec une population en croissance constante et des ressources limitées. Pour cela, la méthodologie utilisée a été une analyse de la situation basée sur les axes suivants : forte croissance démographique, comment elle est passée d'une offre naturelle à une offre productible et comment l'administration a agi pour résoudre le problème.

**MOTS CLÉS:** Approvisionnement en Eau, Industrialisation, Système d'Eau Potable Moderne, Bilbao, Espagne.

## *L'approvvigionamento di acqua in una città industriale: Bilbao (Spagna), 1877-1936*

**SOMMARIO**

L'approvvigionamento di acqua è stato storicamente uno dei servizi pubblici urbani più critici fin dall'antichità, poiché una città senza un approvvigionamento di acqua potabile è impraticabile. Con lo sviluppo dell'industrializzazione vi furono città che crebbero molto, sia urbanisticamente che demograficamente, per cui l'approvvigionamento idrico era in molti casi un grosso problema. In questo articolo ci concentreremo proprio su uno di questi casi, Bilbao, che ha conosciuto una crescita insolita dalla fine del XIX secolo. Pertanto, l'obiettivo di questo lavoro è analizzare come si è formato un moderno sistema di acqua potabile con una popolazione in costante crescita e risorse limitate. Per cui, la metodologia utilizzata è stata un'analisi della situazione basata sui seguenti assi: forte crescita della popolazione, come si è passati da un'offerta naturale a un'offerta producibile e come l'amministrazione ha agito per risolvere il problema.

**PAROLE CHIAVE:** Approvvigionamento di Acqua, Industrializzazione, Moderno Sistema di Acqua Potabile, Bilbao, Spagna.

## Introducción

El desarrollo de las infraestructuras urbanas se considera un elemento fundamental en la mejora de las condiciones de vida de los habitantes de una ciudad. A partir de la primera industrialización, pero, más especialmente, de la segunda, es posible observar cómo los servicios urbanos colectivos experimentaron un proceso de crecimiento y diversificación inédito hasta entonces, síntoma evidente de la modernización de las ciudades. Así, en el último tercio del siglo XIX y primeras décadas del XX se multiplicaron, en los principales países europeos, las iniciativas económicas locales, en especial en los municipios urbanos. En ellos se experimentó el primer industrialismo público, implantándose para el ciudadano de estas urbes los primeros servicios colectivos en red (gas, agua, electricidad, tranvías) y las primeras bibliotecas, lecherías o panaderías municipales[1]. La creación o la modernización de las infraestructuras urbanas representaban la imagen de la vida moderna y correspondían a nuevos estándares de confort, al tiempo que representaban la banalización de la tecnología y la industrialización de la vida cotidiana[2]. Su variedad fue incrementándose cada vez más, de suerte que es posible hablar de vialidad y transporte urbano, provisión de aguas y saneamientos, recogida de residuos sólidos, alumbrado, redes de energía y comunicación, servicios sociales, etc. En definitiva, toda una serie de empeños para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos[3].

Evidentemente, España no fue ajena a esta realidad, de manera que este fenómeno de mejora de servicios urbanos se produjo desde finales del siglo XIX. La historiografía clásica ha insistido en el retraso de la economía española respecto de otras economías próximas[4], pero lo cierto es que, poco a poco, las ciudades se convirtieron en auténticas células de modernización[5]. Así lo ha puesto de relieve la historiografía más reciente, que viene insistiendo en la idea de que, pese al atraso generalizado, en España hubo un conjunto de ciudades, no solo grandes, que progresivamente apostaron por la modernización de sus infraestructuras y por una mejora de los servicios públicos urbanos[6]. A este respecto, Gregorio Núñez establece una tipología de intervencionismo municipal, clasificando los servicios en dos categorías, a saber: los explotados directamente por los municipios y los delegados a operadores privados[7]. En el primer caso se refiere, fundamentalmente, a servicios que no necesitaban grandes inversiones ni en su instalación ni en su administración ordinaria. Es decir, limpieza pública, cementerios, mataderos y mercados. En realidad, estos servicios se correspondían, básicamente, con las funciones de policía propias de los municipios. Por tanto, entraban dentro de esos servicios tradicionales de los municipios. De hecho, la Ley Municipal de 1877 señalaba como de exclusiva competencia de los ayuntamientos la gestión y el gobierno de los intereses peculiares de los pueblos, en particular cuanto tuviera relación con la creación de servicios municipales[8]. Sin embargo, aquellos servicios que precisaron de recursos económicos y tecnológicos importantes, como podían ser el abastecimiento de agua potable, la red extensa de alcantarillado o el sistema de iluminación, por ejemplo, pertenecían a la "édilité moderne", es decir, a la construcción de la ciudad moderna anteriormente mencionada[9].

Para finales del siglo XIX algunos de estos abastecimientos estaban ya consolidados, con problemáticas bien distintas. En el caso del agua, por ejemplo, una constante en muchos municipios, Bilbao incluido, fue la necesidad de más cantidad de litros por habitante, en consonancia con los nuevos hábitos higiénicos y de bienestar. No es extraño, por tanto, que, desde finales del siglo XIX, se detecte una presión social sobre las administraciones locales con el fin de asumir la gestión de dichos servicios, garantizando así la satisfacción de las nuevas demandas. En este sentido, Bilbao no fue una excepción, sino más bien todo lo contrario, ya que, según Gregorio Núñez, fue, después de San Sebastián (171,2), la capital de provincia que mayor cantidad de pesetas, 139,0, invirtió per cápita en 1917 de su presupuesto municipal, muy por delante de ciudades como Barcelona (73,7), Madrid (52,4) o Valencia (34,2), por ejemplo[10]. Pese a ello, y como habrá ocasión de analizar en este estudio, la capital vizcaína padeció durante

[1] Magaldi, 2012, 35.
[2] Silva; Cardoso-de-Matos, 2000.
[3] Para los servicios de agua, gas y electricidad en Bilbao, en una perspectiva comparada con Santander y San Sebastián, es imprescindible el libro de Fernández (2009). Véase también Serrano (2016).
[4] Tortella, 1973. Nadal, 1975.
[5] García Delgado, coord., 1992. Serrallonga; Bonamusa, coords., 1994. Pérez Serrano, 2009.
[6] González; Matés, 2008. Otero Carvajal; Pallol, 2017. Otero Carvajal; Pallol, 2018. Otero Carvajal; De Miguel, 2018. Montero, 2019. Otero Carvajal, 2020.
[7] Núñez, 1996, 402-403.
[8] Novo, 2006, 650.
[9] Fernández, 2006; 2009.
[10] Núñez, 2004, 53.

Tabla 1. Evolución de la población entre 1877 y 1930

| ZONA | 1877 | 1887 | 1900 | 1910 | 1920 | 1930 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ría de Bilbao | 62.417 | 105.325 | 166.220 | 192.747 | 242.641 | 304.364 |
| Vizcaya | 189.954 | 235.659 | 311.361 | 349.923 | 409.550 | 585.205 |
| País Vasco | 450.678 | 509.619 | 603.596 | 673.788 | 766.775 | 891.710 |
| España | 16.631.869 | 17.560.352 | 18.607.674 | 19.927.000 | 21.303.162 | 23.563.867 |

Fuente: González Portilla, 2001, 130, cuadro III-1.

Tabla 2. Evolución de la población de Bilbao y municipios anexionados, 1887-1930

| | 1887 | 1900 | 1910 | 1920 | 1930 |
|---|---|---|---|---|---|
| Bilbao | 50.772 | 83.306 | 93.536 | 112.819 | 161.987 |
| Deusto | 2.972 | 4.142 | 5.777 | 7.911 | * |
| Begoña | 2.662 | 5.802 | 7.279 | 11.097 | * |
| Abando | 4.015 | * | * | * | * |
| Suma total | 60.421 | 93.250 | 106.592 | 131.827 | 161.987 |
| Total Vizcaya | 235.659 | 311.361 | 349.923 | 409.550 | 485.205 |
| % Bilbao/Vizcaya | 25,64 | 29,95 | 30,46 | 32,19 | 33,29 |

Fuente: González Portilla, 1995, 203.

mucho tiempo de déficit de agua. Por eso, este artículo tiene como objetivo estudiar las causas de dichas carencias y las estrategias llevadas a cabo por el municipio para tratar de paliarlas, teniendo en cuenta los recursos con que contaba para ello y que estamos en unos años en los que la población no dejó de crecer.

## Crecimiento demográfico y sus consecuencias urbanísticas

Para enmarcar bien la problemática del abastecimiento de agua en una ciudad como Bilbao, conviene empezar por el crecimiento demográfico que experimentó esta urbe desde mediados de los años setenta del siglo XIX como consecuencia de su expansión industrial, minera y comercial[11]. De hecho, el desarrollo de las localidades en el largo plazo está relacionado con el de los recursos a su disposición, de manera que población y economía se comportan históricamente como dos fenómenos interrelacionados. Por eso, el crecimiento de la población suele ser uno de los indicadores más utilizados para entender las transformaciones fundamentales de la economía. Observando los datos del Tabla 1, fue en la ría de Bilbao donde más creció la población al referirnos al conjunto de España. Las transformaciones económicas y demográficas que conoció esta zona desde mediados del siglo XIX se aceleraron en las décadas finales de esa centuria y pervivieron a comienzos del siglo XX. Precisamente, la base de este crecimiento demográfico hay que situarla en unos saldos migratorios favorables, ya que, solo con el aporte del crecimiento natural de la población, este aumento poblacional hubiese sido imposible[12].

La ciudad de Bilbao, situada en la cabecera de la ría, fue, a todas luces, el eje vertebrador de esta transformación. A finales del siglo XVIII, en 1787, su población era de 9.611 habitantes, es decir, el 8,4 % de la población total vizcaína. Cien años más tarde las cosas habían cambiado drásticamente. Si en 1857 la población de la capital apenas llegaba al 11 % de la vizcaína con 17.923 habitantes, en 1877 esta llegaba a 32.734 (17,2 % del total) y en 1900 a 83.306 (26,8 %)[13]. Sumados los municipios circundantes, y que fueron posteriormente incorporados a Bilbao, las cifras y porcentajes serían aún mayores (Tabla 2).

Este aumento tan importante de la población modificó profundamente el paisaje, que pasaría a estar dominado por lo urbano y lo industrial. Se produjo, por tanto, una aceleración en el proceso de urbanización. La ría pasó de suponer el 10 % del total de población del País Vasco en 1857 al 27,1 % en 1900 y a más del 33 % en 1930. Este incremento demográfico detectado ya desde mediados del siglo XIX hacía cada vez más

[11] González Portilla, 1981. Montero, 1990. Escudero, 1998. Fernández, 2015. Larrinaga, 2018.

[12] García Abad, 2005.

[13] González Portilla, 1995, 202.

necesaria una posible ampliación del suelo urbano de la capital vizcaína. Sin embargo, a la altura de 1860 las posibilidades de expansión urbanística de Bilbao eran prácticamente inexistentes, pues sus límites permanecían inalterables desde hacía tiempo. Solo la Ley de 7 de abril de 1861 autorizando la ampliación de su jurisdicción en la anteiglesia de Abando permitió pensar en su ampliación urbana mediante un ensanche. La primera propuesta fue de 1862 y fue realizada por el ingeniero de caminos, canales y puertos Amado Lázaro[14]. Un tanto idealista en su planteamiento, el proyecto no salió adelante, puesto que no tuvo en cuenta ciertos intereses que regían entonces en la Villa e ignoró las propiedades y construcciones ya existentes en esos futuros terrenos del ensanche.

Años más tarde, el arquitecto Severiano Achúcarro y los ingenieros de caminos Ernesto Hoffmeyer y Pablo de Alzola presentaron su plan de Ensanche el 1 de agosto de 1873[15]. La Guerra Carlista impidió el inicio de los trabajos hasta la conclusión de la contienda. Conscientes de las limitaciones existentes (geográficas, climatológicas, legales, espaciales y, sobre todo, económicas), plantearon un proyecto posible y susceptible de sufrir variaciones. Hasta tal punto que el Ensanche se fue ocupando de manera lenta y progresiva, entrando ya en el siglo XX[16]. En el fondo, este se planteó como un negocio para el que había que atraer a los inversores. Por los precios de los solares y de las viviendas, se convirtió en la ciudad de la burguesía, nunca al alcance de los obreros[17]. Para ellos se reservaron otros espacios mucho menos exclusivos. De manera que, frente al crecimiento ordenado del Ensanche, se puede hablar también de una ampliación proletaria de la ciudad, desordenada y sin planificación alguna. A la postre, estos suburbios fueron los que realmente crecieron y los que resolvieron el problema del alojamiento para la mayor parte del crecimiento demográfico de la ciudad, acogiendo a la mayoría de los inmigrantes, aunque fueron al mismo tiempo los que más carencias tuvieron en lo que a infraestructuras y servicios urbanos se refiere. Por el contrario, el propio diseño reticular del Ensanche favoreció la progresiva expansión de los servicios públicos en red, como fue el caso del agua, aunque con las problemáticas que a continuación van a analizarse.

## La conformación de un Sistema Moderno de Agua Potable en Bilbao en un nuevo marco institucional

Un Sistema Moderno de Agua Potable está determinado, según Juan Manuel Matés[18], por cinco características, a saber: el elevado consumo per cápita, el predominio de las redes de uso colectivo, los nuevos y poderosos recursos de naturaleza industrial, la variable organizativa y, finalmente, la tendencia creciente a la especialización en el suministro de agua. Por consiguiente, las diferencias más patentes que muestra el Sistema Moderno respecto del Sistema Clásico se basan en los niveles de oferta, de demanda, técnicos y de organización. Así pues, tales niveles vienen definidos por un notable incremento de la demanda, las exigencias novedosas de calidad del servicio (potabilidad), las nuevas prestaciones (servicio a domicilio y a presión), las redes de distribución y unas técnicas novedosas de captación y depuración. Abastecimiento y saneamiento son, por consiguiente, dos hechos íntimamente unidos entre sí y configuran, en definitiva, un ciclo alternativo al ciclo natural del agua. Por lo tanto, reconociendo la generosidad del régimen pluviométrico de Bilbao, la realidad es que no basta con tener el recurso, sino que es necesario disponer igualmente de las infraestructuras necesarias para una explotación racional del mismo.

Esta expansión del Sistema Moderno de Agua Potable hay que enmarcarla en el contexto de la Segunda Revolución Industrial, de manera que fueron muchas las ciudades españolas que realizaron importantes inversiones en él. Hasta el punto de que la modernización del abastecimiento moderno de agua potable iniciada en el siglo XIX se encontraba en fase relativamente avanzada a principios de la siguiente centuria en las ciudades más dinámicas, es decir, no solo en las grandes metrópolis como Madrid y Barcelona, sino también en localidades más pequeñas como Valencia, Zaragoza, Gijón, El Ferrol, Santa Cruz de Tenerife o San Sebastián[19]. Al fin y al cabo, con la realización de los planes de ensanche, se inició una nueva etapa en el servicio de aguas[20].

En el caso de Bilbao, cuando se analiza su sistema de abastecimiento de agua potable, lo primero que llama la atención es que, históricamente, durante mucho tiempo hubo problemas de suministro, a pesar de contar con

[14] Lázaro, 1988.
[15] García Merino, 1987, 681-885. González Portilla, 1995, 345-357.
[16] Azpiri, 2000.
[17] Azpiri, 2002, 123 y 127.
[18] Matés, 1999, 42.
[19] Núñez, 2001, 260-261.
[20] Antolín, 1991, 290-291. Para otros ejemplos de interés, véanse también Heredia, 2013; Silva Bruno, 2021.

una pluviometría abundante. El generoso régimen de precipitaciones no se correspondía con una provisión regular de agua potable, ya que estamos hablando de dos fenómenos distintos. En el primer caso, es un fenómeno natural y, en el segundo, una inversión para un correcto abastecimiento a la población. Es decir, hay que distinguir entre la oferta natural y la oferta producible[21]. En el caso de la capital vizcaína, las causas podrían atribuirse a un déficit de la infraestructura hidráulica existente o a una explotación errónea o deficiente de los recursos[22].

Precisamente, en relación con la primera, uno de los problemas más importantes pudo residir en la carencia de grandes infraestructuras de almacenamiento. Es decir, la ausencia de amplias presas capaces de contener el agua suficiente para el suministro de una ciudad como Bilbao. Por lo tanto, salvo en los años de sequía, la explicación de estas deficiencias debe encontrarse en un factor humano, vinculado al capítulo de la inversión. Sea como fuere, lo cierto es que muy pronto los manantiales existentes dentro y fuera de la Villa resultaron insuficientes, por lo que hubo que recurrir al establecimiento de cañerías desde los montes próximos para lograr el suministro de agua potable. No obstante, el precario equilibrio que se mantuvo durante buena parte del siglo XIX se quebró a finales de esa centuria, como consecuencia del progresivo aumento demográfico experimentado por la capital vizcaína y sus alrededores a consecuencia del intenso proceso de industrialización. Para garantizar el suministro, era necesario tomar medidas; en concreto, conseguir otras captaciones y establecer nuevas redes.

Todo apunta a que había un problema de inversión evidente y que la Junta General de Propietarios, a la que el Ayuntamiento de Bilbao había confiado en 1837 el aprovisionamiento y la distribución de agua en todo el territorio del municipio (no así los barrios rurales ni los arrabales), no estaba dispuesta a asumir. Evidentemente, mucho habían cambiado las cosas desde los años treinta, cuando Bilbao era una ciudad más bien pequeña, no llegando siquiera a los 15.000 habitantes. En 1870 se produjo la anexión parcial de las anteiglesias de Abando y Begoña, lo que supuso no solo incrementar el término municipal, sino también la cantidad de población, que había empezado a aumentar considerablemente[23]. En 1877, solo Bilbao (sin contar las nuevas anexiones) había alcanzado los 32.734[24]. De hecho, en la década de 1860 la cuestión del agua empezó a tomar fuerza dentro del propio Ayuntamiento de Bilbao, en la medida en que la Junta de Propietarios no atendía todas las necesidades de la Villa. La diferencia entre la oferta y la demanda aumentaba y las condiciones del suministro de agua apenas mejoraron con la puesta en marcha de la toma de Uzcorta[25]. Con las anexiones territoriales mencionadas, había que inmovilizar capital a largo plazo, ya que, al menos en el caso de Abando, era la zona en la que habría de desarrollarse el Ensanche. Esto llevaría décadas y la Junta de Propietarios no estaba dispuesta a hacer una inversión de tal envergadura, puesto que los beneficios se fiaban a largo plazo.

Para entonces, la postura del Ayuntamiento había quedado clara en un documento publicado en 1857[26]. Si la Junta General de Propietarios no respondía adecuadamente a las necesidades de aprovisionamiento de agua que en el corto y medio plazo se iban a dar en Bilbao, el Consistorio estaba dispuesto a retomar la propiedad de las aguas y de sus infraestructuras, quedando desde entonces todos sus derechos de administración en manos de la municipalidad. Es decir, se estaban planteando la municipalización del servicio, para lo cual era necesario contar con la Junta General de Propietarios, a la que habría que indemnizar por los gastos realizados en dichas obras. El Ayuntamiento de Bilbao se planteó entonces llegar a un acuerdo con la Junta, estudiando la cuantía a pagarle, que, a cambio de un acuerdo económico, estaba dispuesta a ceder en exclusiva la gestión de las aguas al Consistorio. De esta forma, en 1871 y 1872 se trató de avanzar en los cálculos de los intereses y las amortizaciones a pagar a la Junta General de Propietarios[27], llegándose a un acuerdo parcial en 1873, cuando la Junta decidió ceder la gestión del servicio de distribución de agua de la ría al Ayuntamiento. La operación, sin embargo, quedó interrumpida por el estallido de la Guerra Carlista. De hecho, el sitio carlista de Bilbao entre diciembre de 1874 y el 2 de mayo de 1875 provocó importantes daños en la red de suministro, de suerte que, una vez concluida la contienda, se procedió a la reparación de las canalizaciones[28].

Más allá de las actuaciones de la Junta General de Propietarios, el asunto del aprovisionamiento de agua

[21] Antolín,1985, 16.
[22] Novo, 2006, 664.
[23] Alonso Olea, 2003b.
[24] Ortega Berruguete, 1988, 53.
[25] Archivo Histórico de la Diputación Foral de Bizkaia (en adelante AHDFB), Régimen Municipal y Urbanismo, AR00121/023.
[26] Ayuntamiento de Bilbao, 1857.
[27] AHDFB, Archivo Municipal de Bilbao, BILBAO TERCERA 0416/001.
[28] Fernández, 2009, 103-105.

se abordó formalmente cuando la Comisión Municipal de Fomento, reunida el 21 de noviembre de 1877, estableció los principios que debían guiar un nuevo proyecto de abastecimiento. En concreto, se debía conseguir un suministro de 80 litros de agua por habitante y día para los 66.000 habitantes que se preveía tendría Bilbao en 1925, y las tuberías utilizadas deberían tener capacidad para surtir de agua a presión suficiente para alcanzar a los pisos altos de las viviendas, en los que, por lo general, vivían las personas con menos recursos. Asimismo, la Comisión calculó que los manantiales de los que se abastecía entonces la ciudad eran capaces de suministrar agua suficiente durante 155 días al año y que sería necesario añadir otras fuentes para los restantes 211 días. Analizada la calidad de las aguas de otros manantiales próximos, la Comisión decidió que era más conveniente captar el agua del río Nervión, si bien se debería elevar hasta depósitos situados a una altura mínima de 37 metros con el objeto de que pudieran proporcionar la presión suficiente a la red[29].

De esta forma, dos eran las cañerías que surtían de agua a la ciudad. Una de ellas, alimentada por las tomas de Uzcorta, Abrisqueta y Ollargan, tenía la presión suficiente como para dotar de agua a los pisos más elevados. La otra, con menor presión y directamente procedente del Nervión, se destinaba para la limpieza. Pero con el fuerte crecimiento demográfico ya mencionado pronto surgieron nuevos problemas de abastecimiento. Así pues, una vez fijadas las bases por la Comisión Municipal de Fomento en 1877, como ya se ha dicho, el Ayuntamiento encomendó en 1878 a Ernesto Hoffmeyer, jefe de Obras Públicas de Vizcaya y Álava, el proyecto para el abastecimiento de aguas y su distribución a domicilio al Casco Viejo, Ensanche y Campo Volantín[30]. Si bien, ante el peligro real de que ambos tipos de aguas se mezclasen, Hoffmeyer modificó el proyecto, apostando por dos redes completamente separadas[31].

Una primera red de agua potable, alimentada con las tomas que ya existían previamente y con un nuevo manantial cercano, sito en Arrigorriaga. Esta agua era suministrada a domicilio con llaves de paso primero y contador después, siendo facturada según el consumo. La segunda red sería de agua procedente del río Nervión. En este caso el Ayuntamiento aprobó la propuesta de comprar la isla de San Cristóbal para aprovechar la energía hidráulica de la presa que allí existía. Era agua no potable y suministrada a caño libre, bien hasta el propio domicilio o bien a un grifo comunitario que solía estar colocado en los portales de las casas de viviendas, sobre todo, en las destinadas a las clases obreras. Lógicamente, esta no era apta para el consumo, pero podría emplearse para limpieza y usos industriales. Además, se emprendió la construcción de los depósitos de Miraflores, de 14.000 $m^3$ de cabida, con sus correspondientes filtros para la depuración del agua del río; se renovaron las conducciones y se proyectó un nuevo depósito en Larrasquitu para el suministro del Ensanche, que, sin embargo, no se inauguró hasta el 4 de enero de 1908[32]. Bilbao avanzaba ya hacia un Sistema Moderno de Agua Potable, aunque con bastantes deficiencias.

En efecto, este doble abastecimiento fue muy criticado por los médicos de la época, debido a que favorecía la propagación del tifus. A pesar de conocer el papel del agua de consumo en el contagio de esta enfermedad y de otras como el cólera, las autoridades municipales no fueron capaces de resolver este grave problema[33]. Mientras, con un constante crecimiento de la población y la expansión urbana e industrial, las medidas tomadas en la última década del siglo XIX no fueron suficientes, como más adelante se mencionará. La escasez era, por consiguiente, evidente y, a ese ritmo de aumento de la población, el panorama resultante era poco halagüeño, tal como presagiaban las autoridades municipales.

Por eso, en esos mismos años se retomaron las negociaciones entre el Ayuntamiento y la Junta General de Propietarios, prolongándose por tres años, de manera que no fue hasta el 13 de noviembre de 1879 que la Junta y el Ayuntamiento fijaron las bases del acuerdo de unificación del servicio de aguas, aunque el reglamento definitivo entre ambas partes no llegó hasta el año siguiente, cuando ya el Ayuntamiento se hizo con la cesión en exclusiva de los derechos de propiedad y de gestión del agua en Bilbao[34]. Para entonces, el Consistorio bilbaíno contaba con los medios administrativos y técnicos suficientes para llevar a cabo la gestión del suministro de agua[35]. Cinco años más tarde, se produciría incluso la municipalización del servicio de gas, convirtiéndose el Ayuntamiento de Bilbao en un municipio pionero en lo que a la municipalización de servicios públicos urbanos se refiere.

[29] AHDFB, Archivo Municipal de Bilbao, BILBAO PRIMERA 0187/042.
[30] Echevarría, 1967, 7.
[31] Echevarría, 1967, 8-9. Fernández, 2009, 159-163.
[32] González Portilla, 1995, 452-453. Gondra, 2008, 42. Villa, 2008.
[33] Gondra, 2007, 42.
[34] AHDFB, Archivo Municipal de Bilbao, BILBAO TERCERA 0416/005.
[35] Fernández, 2009, 105.

Esta escalada de municipalizaciones nos remite, sin duda, a una realidad fiscal diferenciada respecto de otras provincias y ciudades de España. En concreto, nos estamos refiriendo a la singularidad fiscal vasca derivada de la abolición foral tras la Segunda Guerra Carlista y materializada en los primeros conciertos económicos de 1878, en los cuales se concretaría la manera en que las tres provincias vascas contribuirían al sostenimiento del Estado. En el sistema de conciertos económicos las diputaciones provinciales eran las protagonistas, ya que eran las encargadas de recaudar los impuestos concertados. Incluso, las diputaciones llegaron a fiscalizar las cuentas y el personal de los ayuntamientos vascos, lo cual no fue óbice para que dispusieran de recursos suficientes para invertir[36]. La disponibilidad de ingresos de los ayuntamientos vascos, gracias, sobre todo, al cobro de arbitrios, les permitió tener fondos para poder ofrecer determinados servicios. Es decir, contaron con capacidad financiera para invertir en dichos servicios, tal como hizo el Ayuntamiento de Bilbao primero con el suministro de agua y luego con el del gas, por ejemplo. Por el contrario, en las provincias de régimen común, las diputaciones vivían de los repartimientos o de las participaciones de los ingresos del Estado y, desde 1911, cuando desaparecieron en el régimen común los arbitrios, casi la única vía de recaudación que les quedó fueron las licencias.

En los municipios de Bilbao o San Sebastián, por ejemplo, en los momentos de fuerte crecimiento urbano, los ingresos aumentaron por licencias, arbitrios y participación en las contribuciones territorial e industrial. En tales circunstancias, con semejante base financiera, pudieron o municipalizar los servicios o hacer una contrata con una cierta fortaleza, al no depender en exclusiva de inversores extranjeros para dotar el servicio. Por tanto, la mayor capacidad financiera de los ayuntamientos vascos más importantes explicaría el proceso de municipalización de determinados servicios. Mientras los ayuntamientos de régimen común tenían escasa capacidad de financiación y dependían en exceso de las transferencias del Estado (en especial desde 1911), en los ayuntamientos vascos sucedió todo contrario[37]. De ahí que en los primeros se dieran pocos casos de municipalización[38] y, en muchas ocasiones, terminaran recurriendo a una empresa privada dispuesta a hacer la inversión correspondiente.

## De las medidas insuficientes al plan de 1925

El mencionado proyecto de Hoffmeyer no se concluyó hasta 1886 y la ejecución se distribuyó en tres fases. Primero se privilegió el abastecimiento del Campo Volantín, Tívoli y Ollerías, en la margen derecha, y de Bilbao la Vieja, San Francisco, Cantalojas, La Naja, Estación y Ripa en la izquierda, llegando el suministro hasta el mercado del Ensanche. Es decir, los barrios aledaños del casco histórico bilbaíno. Menos urgente era el servicio de aguas para riegos e incendios, la parte urbanizada del Ensanche, la construcción del depósito de Miraflores para el agua de la ría y la instalación de máquinas elevadoras en la isla de San Cristóbal. Para finalizar, quedaban las restantes obras del Ensanche y del mencionado depósito[39].

No obstante, en un contexto de constante crecimiento poblacional e industrial, las medidas adoptadas fueron insuficientes, con frecuentes cortes de suministro en verano y problemas de salubridad en las aguas del río, de manera que, en 1889, era aprobado un nuevo proyecto, firmado también por el ingeniero Hoffmeyer, para la utilización de las aguas provenientes del manantial de Larrumbe, cuyo proyecto fue declarado de utilidad pública al año siguiente[40], tardándose cuatro años en terminar las obras. Además, también en 1890, con la anexión total de Abando, se condujo agua desde Castrejana y Altamira a los barrios de Zorroza y Olaveaga, distritos obreros fuera del propio Ensanche[41]. En total estaríamos hablando de 3.000 metros cúbicos más otros 200 provenientes de estas últimas captaciones, lo que hacía un total de 55 litros/día per cápita, en un momento en que se estaba considerando la necesidad de 138 litros[42]. Sin duda, eran mejoras notables, pero que, sin embargo, no vinieron a solucionar el problema de suministro de agua que padecía desde hacía años la capital vizcaína. En realidad, para finales del siglo XIX se había convertido en una cuestión apremiante y todo un reto para las autoridades locales, que debieron hacer frente a dos problemas básicos, aumentar el volumen de agua potable y mejorar su calidad. En la medida en que la situación se agravaba por momentos, las autoridades municipales se empeñaron en tratar de solucionar este grave problema con nuevas iniciativas.

[36] Alonso Olea, 1995; 1999. Agirreazkuenaga; Alonso Olea, 2014.
[37] Fernández; Larrinaga, 2020, 63-64.
[38] Magaldi, 2012.
[39] Agirreazkuenaga; Serrano, 1999, 81.
[40] AHDFB, Archivo Municipal de Bilbao, BILBAO CUARTA 0491/011.
[41] Novo, 2006, 653.
[42] Matés; Novo, 2017, 203.

En efecto, en 1896 el Ayuntamiento editó las bases de un concurso público de ideas en las que indicaba que el volumen mínimo a conducir hasta la capital vizcaína sería de 250 litros por segundo. Hubo cinco propuestas, una fuera de plazo. Todas ellas eran propuestas ciertamente ambiciosas, que chocaban con las disponibilidades presupuestarias del Ayuntamiento, por lo que ninguna salió adelante. En consecuencia, la mayor parte de los vecinos de los pisos altos de Bilbao pasaba la mitad del año sin agua durante muchas horas del día. Pero si algo tuvo de bueno este concurso fue que las autoridades debieron enfrentarse a una realidad evidente: si querían mejorar de veras el suministro de agua potable en la Villa, sería necesaria una fuerte inversión de capital. Y aquí radicaba la clave del problema. Las medidas parciales que se habían ido implantando hasta la fecha no eran suficientes y cada vez se hacía más necesario abordar el problema con propuestas de mayor envergadura, ya que, si no se hacía, aquella cuota mencionada podría incluso disminuir, como, de hecho, sucedió. Ciertamente, al doblar el siglo, la situación no mejoraba. Al contrario, ya que la población seguía incrementándose.

Entonces el Ayuntamiento organizó un nuevo concurso pensando en una ciudad con una población de 200.000 habitantes y con un consumo estimado entre 120 y 150 l/hab/día, cuando en 1900 aquel era de tan solo 48 litros. El dictamen del jurado nombrado para dicho concurso del 16 de junio de 1904 y el anuncio correspondiente al mismo fueron aprobados en la sesión del pleno del Ayuntamiento del día siguiente[43]. La intención de las autoridades municipales era buscar una solución para el medio y largo plazo y desterrar, de una vez por todas, unas medidas parciales que no habían servido para solucionar el problema. Pero, aunque concurrieron nueve proyectos, el concurso quedó nuevamente desierto[44]. La razón principal hay que verla en que la viabilidad de algunas de las propuestas pasaba por el hecho de que el municipio asumiera una importante deuda. Cada vez resultaba más evidente que el abastecimiento de agua solo podría solucionarse con una fuerte inversión de capital, lo que, a la postre, implicaba un endeudamiento. ¿Hasta qué punto el Ayuntamiento estaba dispuesto a hacer semejante desembolso? ¿Una deuda de gran envergadura podía hipotecar los planes futuros del Ayuntamiento? ¿Qué posibilidades había de que el Ayuntamiento se deshiciera de este servicio público? Sin duda, eran preguntas que flotaban en el aire.

Cabe señalar que, de las nueve propuestas que se presentaron, sobresalía una especialmente, aquella que proponía la traída de aguas del río Cerneja (norte de Burgos) con un coste estimado de 18 millones de pesetas[45]. El coste era francamente elevado, pero podía atajar el problema de una vez por todas. Desde luego, como el resto de proyectos, esta solución fue descartada, aunque conviene mencionarla porque se retomaría más adelante. En su lugar, se optó por una solución provisional al inaugurar en 1908 el depósito de Larrasquitu que, como ya se ha dicho, había sido proyectado décadas atrás y, por fin, entraba en funcionamiento. Con esta obra se pretendía garantizar el consumo de, al menos, 20.000 habitantes. No era cosa menor, por supuesto, aunque no solucionaba del todo el problema. Si bien, durante unos años, esta fue la obra más importante que se hizo en Bilbao para tratar de mejorar el aprovisionamiento de agua.

Obra insuficiente si nos fijamos en el Gráfico 1, donde se observa que el agua potable, para consumo en boca, proveniente de arroyos y manantiales, suponía un porcentaje muy inferior al consumo de agua proveniente del río, que, salvo con pequeñas variaciones, sobrepasó casi siempre el 80 % del agua consumida por los bilbaínos. Eran aguas empleadas en los lavaderos, retretes, fregaderos, riego de las calles, alcantarillado y usos industriales. Incluso, para tomar verdadera conciencia de la penuria de agua potable de la población antes de la construcción del pantano de Ordunte, hay que considerar igualmente la estacionalidad de los caudales. Esos arroyos y manantiales que abastecían de agua potable a la ciudad sufrieron con intensidad los periodos de estiaje, precisamente en los momentos de mayor demanda. Estiaje que se prolongaba habitualmente durante tres meses[46], llegando a veces el suministro a tan solo 14 horas diarias[47].

En consecuencia, el suministro de agua potable en la capital no estaba aún resuelto, aunque se había avanzado mucho desde un punto de vista cualitativo. En efecto, entre 1875 y 1920 se pasó del suministro por fuente pública al domiciliario, quedando en esta última fecha

[43] Archivo Municipal de Bilbao (en adelante AMB), ES 48020 AMB-BUA 313579, 17 de junio de 1904. Novo, 2006, 659.

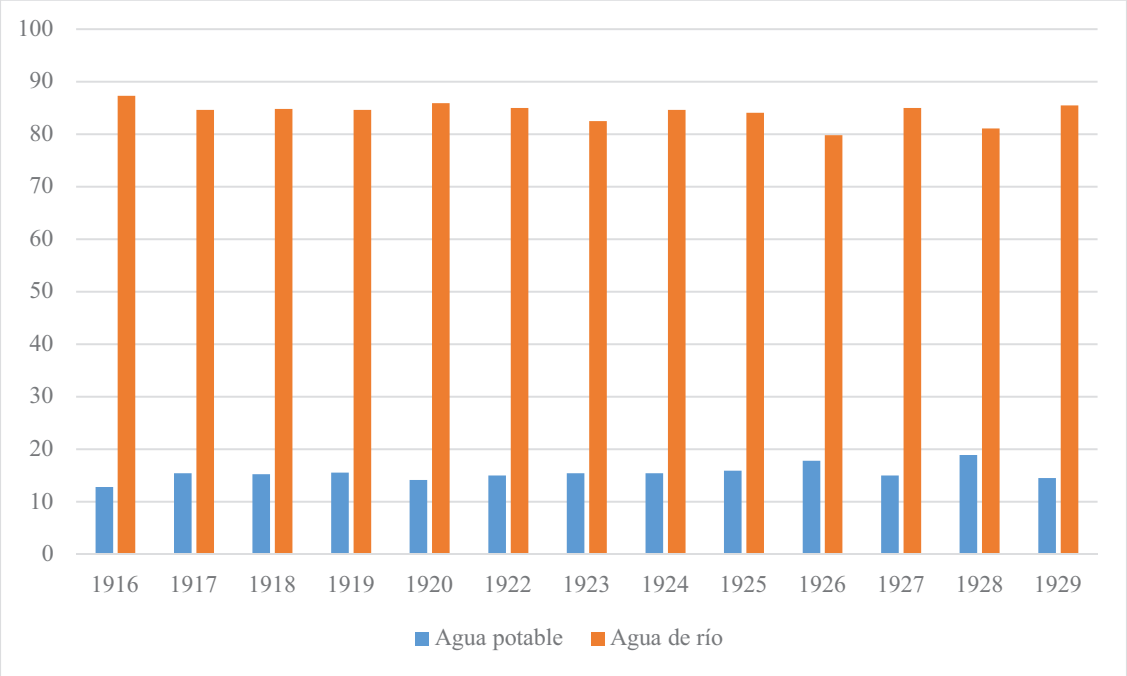
[44] Novo, 2004, 96-99. Sobre esta problemática del abastecimiento de agua en estos momentos, véase también Alonso Olea, 2003a, 125-127. Novo, 2000. Para una perspectiva en largo plazo, véase Novo, 2006.

[45] Novo, 2006, 660-661. Véase también *Memoria que presenta la Sociedad Aprovechamiento de Aguas al Excmo. Ayuntamiento de Bilbao en vista de la que al mismo ha dirigido la Sociedad Aguas del Cerneja*. Bilbao (España), Impreso por la Imprenta y Encuadernación de José Rojas Núñez, 1907.

[46] Antolín, 1991, 296.

[47] Anónimo, 1925, 4.

Gráfico 1. Bilbao, 1916-1929. Consumo medio en litros por habitante y día de agua potable y de río (EN %)




Fuente: Matés; Novo López, 2017, 208. Elaboración propia.

solo un 6,5 % sin él[48]. Es por ello por lo que el Ayuntamiento se vio obligado a actuar y desde 1923 utilizó el embalse de Cruceta, con una capacidad de almacenaje de 420.000 $m^3$. Es cierto que esta seguía sin ser la solución definitiva, pero, al menos, esta presa y los dos depósitos de Bolincho y Larrasquitu sirvieron para paliar la situación[49]. En este sentido, tampoco debemos olvidar lo estipulado por el Estatuto Municipal de 1924 respecto del suministro de agua. En concreto, establecía como obligatorio para los municipios de más de 15.000 habitantes 200 litros por persona y día, de calidades química y bacteriológica garantizadas[50]. Desde luego, era una cantidad muy superior a la establecida por la Ley de Aguas de 1879: 50 l/hab/día, de los cuales 20 debían ser potables. Había llegado el momento de buscar una solución definitiva a las carencias del servicio, como así se hizo en 1925.

Ahora bien, junto al abastecimiento, también preocupó a las autoridades bilbaínas el problema del saneamiento y de la salubridad, debido a que una parte de este suministro se seguía haciendo mediante la depuración de las aguas de la ría. Una ría cada vez más contaminada por la alta presencia industrial en sus orillas. Para finales del siglo XIX la ría se había convertido en una auténtica cloaca, al absorber los numerosos vertidos del crecimiento de la población y de la actividad minera e industrial de la capital y de su entorno[51]. Solo en lo referente a residuos orgánicos fecales, Pedro Novo habla de no menos de 14.000 kilogramos diarios arrojados a la ría de Bilbao[52]. La situación era insostenible, sobre todo a raíz de la epidemia de cólera de 1885, por lo que en 1891 se propuso un concurso de ideas para tratar de solucionar este tema. El concurso se falló al año siguiente, resultando ganador el ingeniero de caminos Recaredo Uhagón. Tras su redacción definitiva, el proyecto comenzó a ejecutarse en 1895. En concreto, la red de alcantarillado propuesta afluía a tres grandes colectores situados en ambas márgenes de la ría que se unían mediante dos pasos sifónicos ubicados junto al puente de la Merced y en la desembocadura del Elguera, respectivamente. Ahora bien, los dos elementos fundamentales del proyecto eran la creación de la propia red de conducción y el edificio que albergaba la estación de bombeo, emplazado en Elorrieta (Deusto). Al mismo tiempo, a comienzos del siglo XX ya funcionaban las bombas y se utilizaban los últimos adelantos técnicos de la época para la conducción de aguas fecales. En este sentido, se contrató con la firma de ingenieros londinense de James Simpson la instalación de dos máquinas

[48] Antolín, 1991, 297.
[49] Anónimo, 1925, 4-6.
[50] Novo, 2006, 663.
[51] Agirreazkuenaga; Serrano, 1999, 83.
[52] Novo, 2004, 111.

de vapor y todo un equipo de bombeo de fabricación británica que conseguía extraer del alcantarillado de Bilbao las aguas residuales y expelerlas hasta el Abra[53].

Así las cosas, en 1925 el Ayuntamiento aprobó el Plan de Abastecimiento de Aguas de Bilbao[54], que proponía pasar de una dotación por habitante y día de 70 a 250 litros per cápita en el lapso de cincuenta años. De los proyectos presentados ganó el titulado "Aprovechamiento de las aguas de los ríos Cerneja y Ordunte"[55]. Como se ha dicho, esta solución ya había sido planteada con anterioridad, pero había sido rechazada por su elevado coste. Pues bien, ahora se admitió como la solución idónea y las obras comenzaron en 1926. El proyecto se completó en 1928 con una Real Orden que otorgaba al municipio la explotación a perpetuidad de los cauces de dichos ríos, para lo cual se había empezado a construir un embalse con capacidad de más de 22 millones de $m^3$. En 1933 quedó comunicado el pantano de Ordunte con la red de agua potable y con el depósito de Larrasquitu, lográndose, después de tantos años, una solución eficaz que vino a solventar, de momento, el problema de abastecimiento de agua que había caracterizado a Bilbao desde hacía mucho tiempo[56].

## Conclusiones

Resulta llamativo que en una ciudad con un régimen pluviométrico abundante, como es el caso de Bilbao, el aprovisionamiento de agua haya generado problemas hasta fechas bien recientes. La diferencia entre oferta natural y oferta producible resulta clave para entender una situación como la que aquí se ha planteado. Puesto que no basta con poseer el recurso, sino que es necesario invertir en infraestructuras, por lo general, costosas. Cuando en 1837 la Junta General de Propietarios se hizo con el suministro de agua, Bilbao era una ciudad pequeña y concentrada, por lo que los inversores fueron capaces de asumir las necesidades de la época. Necesidades, por otro lado, que fueron cambiando en las siguientes décadas. No solo por el constante aumento de la población, sino también por los nuevos requisitos de higiene demandados por los médicos higienistas. Todo apuntaba en la misma dirección: más cantidad de litros de agua disponible en términos generales y per cápita. Para lo cual era necesario ajustar la oferta a la demanda e invertir en nuevas infraestructuras, algo a lo que la Junta General de Propietarios no estaba dispuesta. Si la cesión de la gestión del agua había compensado a la Junta durante los primeros lustros de explotación, lo cierto es que, desde mediados de la década de 1860, las circunstancias habían empezado a cambiar drásticamente y se necesitaban nuevas actuaciones. Desde luego, el Ayuntamiento de Bilbao era muy consciente de ello y de ahí que las autoridades municipales cada vez atendiesen más a este problema, sabedoras de que la Junta no estaba por la labor de cubrir todas las necesidades futuras de una ciudad en constante crecimiento demográfico y urbano.

Así se puso de manifiesto en 1870 con la anexión parcial de Begoña y Abando. Esta anteiglesia había sido señalada por Amado Lázaro para la construcción del futuro Ensanche de Bilbao, como así fue. Una urbanización de este espacio requería de una extensión en red del abastecimiento de agua, así como la captación de nuevas tomas. Para los socios de la Junta General de Propietarios esa operación suponía inmovilizar una gran cantidad de capital para solamente obtener beneficios a largo plazo. Por eso, ante el interés del Ayuntamiento por volver a hacerse con la cesión, pronto comenzaron las conversaciones, las cuales no llegaron a buen puerto hasta la conclusión de la Segunda Guerra Carlista. Aunque desde el punto de vista político, la abolición de los fueros vascos supuso un momento crítico, lo cierto es que los conciertos económicos supusieron un instrumento fiscal de gran eficacia para las diputaciones y los ayuntamientos vascos. La conformación de un Sistema Moderno de Agua Potable, acorde con los nuevos tiempos y con la gran expansión de Bilbao a consecuencia de su fuerte industrialización, precisaba de importantes inversiones. Gracias al concierto económico, el Consistorio bilbaíno pudo contar con recursos financieros como para abordar la modernización de su sistema de aprovisionamiento de agua, no dejando ya en manos privadas su suministro. En efecto, la Junta General de Propietarios cedió definitivamente sus derechos en 1880.

Sin embargo, y como se ha podido comprobar en este estudio, fueron varias las décadas que se necesitaron para lograr un abastecimiento regular y suficiente. La excepcional expansión que se vivió en Bilbao y sus alrededores durante esos años acarrearon en muchas ocasiones soluciones parciales, a la espera de alguna solución más eficaz. Entretanto, el agua extraída de la ría del Nervión, no apta para el consumo, siguió siendo la

[53] González Portilla, 1995, 454-455. González Portilla, 2001, 305-309 y 315 y 330. Novo, 2004, 110-115.
[54] AMB, ES 48020 AMB-BUA 377408, 5 de agosto de 1925.
[55] AHDFB, Archivo Municipal de Bilbao, BILBAO ZETA 0001, 2, 3 y 4.
[56] González Portilla, 1995, 447-454. Novo 2006, 667-669.

mayoritaria. No se trataba de un problema técnico, sino económico. Toda medida llamada a mejorar sensiblemente el abastecimiento de agua pasaba por una fuerte inversión económica, de manera que no fue hasta 1925 cuando el Ayuntamiento de la capital vizcaína aprobó el Plan de Abastecimiento de Aguas de Bilbao. Las grandes y nuevas infraestructuras asociadas a él entraron en funcionamiento en los años treinta y fue entonces cuando, por fin, se produjo un avance definitivo en el suministro de agua de Bilbao.

## Referencias bibliográficas

**Agirreazkuenaga, J.; Alonso Olea, E. J. (Eds.).** 2014: *Historia de la Diputación Foral de Bizkaia 1500-2014*. Bilbao (España), Diputación Foral de Bizkaia.

**Agirreazkuenaga, J.; Serrano, S.** 1999: *Viaje por el poder en el Ayuntamiento de Bilbao = Bilboko Udal agintean barrena: 1799-1999*. Bilbao (España), Ayuntamiento de Bilbao.

**Alonso Olea, E. J.** 1995: *El concierto económico (1878-1937): orígenes y formación de un derecho histórico*. Oñate (España), Instituto Vasco de Administración Pública.

**Alonso Olea, E. J.** 1999: *Continuidades y discontinuidades de la administración provincial en el País Vasco. 1839-1978. Una «esencia» de los Derechos Históricos*. Oñate (España), Instituto Vasco de Administración Pública.

**Alonso Olea, E. J.** 2003a: "Ibarreche Ugarte, Gregorio", Agirreazkuenaga, Joseba (Dir.), *Bilbao desde sus alcaldes: diccionario biográfico de los alcaldes de Bilbao y gestión municipal, en tiempos de revolución liberal e industrial. II: 1902-1937*. Bilbao (España), Ayuntamiento de Bilbao, 119-135.

**Alonso Olea, E. J.** 2003b: "Y después qué… Efectos de las anexiones de Abando, Deusto y Begoña a Bilbao. 1870-1936". *Bidebarrieta*, (22), 47-60.

**Anónimo.** 1925: "El abastecimiento de aguas de Bilbao". *Propiedad y Construcción*, (25), 3-6.

**Antolín, F.** 1985: Los recursos hídricos y la ley de aguas en el desarrollo industrial y urbano en la Cuenca del Bajo Nervión (1880-1930). Bilbao, tesis doctoral inédita, Universidad del País Vasco.

**Antolín, Fr.** 1991: "Las empresas de servicios públicos municipales", Comín, Francisco; Martín Aceña, Pablo (Dirs.), *Historia de la empresa pública en España*. Madrid (España), Espasa-Calpe, 283-330.

**Ayuntamiento de Bilbao.** 1857: *Bases preliminares y Reglamento de la Comisión Directiva para la Conducción y Distribución de Aguas en la Invicta Villa de Bilbao*. Bilbao (España), Ayuntamiento de Bilbao.

**Azpiri, A.** 2000: *Urbanismo en Bilbao, 1900-1930*. Vitoria (España), Gobierno Vasco.

**Azpiri, A.** 2002: "Los ensanches que configuran las ciudades del País Vasco", Galarraga, Iñaki; Azpiri, Ana; López de Aberasturi, Antón; Unzurrunzaga, Xabier; Alcorta, José María: *Ensanches urbanos en las ciudades vascas*. Vitoria (España), Gobierno Vasco, 117-179.

**Echevarría, A.** 1967: "Historia del abastecimiento de agua del "Gran Bilbao". *Vizcaya*, (28), 1-16.

**Escudero, A.** 1998: *Minería e industrialización de Vizcaya*. Barcelona (España), Crítica.

**Fernández, A.** 2006: *Villes, services publics, entreprises en France et en Espagne, XIXe-Xxe siècles*. Pessac (Francia), Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine.

**Fernández, A.** 2009: *Un progressisme urbain en Espagne. Eau, gaz et électricité à Bilbao et dans les villes cantabriques*. Bordeaux (Francia), Presses Universitaires de Bordeaux.

**Fernández, A.** 2015: *Du fer et des fueros. Contribution à l'histoire de l'industrialisation d'une région du sud-ouest de l'Espagne: la Biscaye et le Guipuzcoa, XIXe-XXe siècles*. Bordeaux (Francia), Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine.

**Fernández, A.; Larrinaga, C.** 2020: "La excepcionalidad en la municipalización del servicio de gas en España y Francia. Bilbao, San Sebastián y Burdeos (1885-1919)", Bartolomé, Isabel; Fernández-Paradas, Mercedes; Mirás, Jesús (Eds.), *Cercanas pero distintas*. Madrid (España), Marcial Pons, 61-78.

**García Abad, R.** 2005: *Historias de emigración*. Bilbao (España), Universidad del País Vasco.

**García Delgado, J. L. (Coord.).** 1992: *Las ciudades en la modernización de España*, Madrid (España), Siglo XXI.

**García Merino, L. V.** 1987: *La formación de una ciudad industrial: el despegue urbano en Bilbao*. Oñate (España), IVAP.

**Gondra, J.** 2007: "La fiebre tifoidea en el Bilbao del siglo XIX". *Bilbao*, (212), 42.

**Gondra, J.** 2008: "El doble abastecimiento de agua a Bilbao, del río y de manantial". *Bilbao*, (227), 42.

**González, L.**; Matés, J. M. (Coord.). 2008: *La modernización económica de las Ayuntamientos*. Jaén (España), Editorial Universidad de Jaén.

**González Portilla, M.** 1981: *La formación de la sociedad capitalista en el País Vasco (1876-1913)*. San Sebastián (España), Haranburu.

**González Portilla, M.** (Dir.). 1995: *Bilbao en la formación del País Vasco contemporáneo*. Bilbao (España), Fundación BBV.

**González Portilla, M.** (Ed.). 2001: *Los orígenes de una metrópoli industrial: la Ría de Bilbao*. Bilbao (España), Fundación BBV.

**Heredia, V. M.** 2013: "Municipalización y modernización del servicio de abastecimiento de agua en España: el caso de Málaga (1860-1930)". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (1), 103-118. https://doi.org/10.17561/at.v1i1.1038

**Larrinaga, C.** 2018: *Del siglo industrial a la nueva era del turismo. Bilbao, de 1875 a comienzos del siglo XXI*. Bilbao (España), Universidad del País Vasco.

**Lázaro, A.** 1988: *Memoria descriptiva sobre proyecto de ensanche de la villa de Bilbao, año 1862*. Vitoria (España), Gobierno Vasco.

**Magaldi, N.** 2012: *Los orígenes de la municipalización de servicios en España*. Madrid (España), Instituto Nacional de Administración Pública.

**Matés, J. M.** 1999: *La conquista del agua*. Universidad de Jaén (España), Jaén.

**Matés, J. M.; Novo, P. A.** 2017: "Gestionar la ciudad moderna: la provisión de agua en Bilbao y Madrid", Otero Carvajal, Luis Enrique; Pallol, Rubén (Eds.), *La sociedad urbana en España, 1900-1936. Redes impulsoras de la modernidad*. Madrid (España), Catarata, 189-228.

**Montero, M.** 1990: *Mineros, banqueros y navieros*. Bilbao (España), Universidad del País Vasco.

**Montero, M. (Ed.).** 2019: *La ciudad y el progreso. La construcción de la modernidad urbana*. Granada (España), Comares.

**Nadal, J.** 1975: *El fracaso de la Revolución Industrial en España, 1814-1913*. Barcelona (España), Ariel.

**Novo, P. A.** 2000: "Agua potable a domicilio. ¿Una innovación?". *Scripta Nova*, (69-37).

**Novo, P. A.** 2004: "¡Que no se habite, que no se beba, lejos del olfato, fuera de la vista! Los servicios esenciales y las condiciones de vida en el Bilbao de las décadas finales del XIX y principios del XX". *Bidebarrieta*, (15), 83-115.

**Novo, P. A.** 2006: "¡Agua, más agua!... Bilbao, 1850-1970", Beascoechea, José María; González Portilla, Manuel; Novo, Pedro A. (Eds.), *La ciudad contemporánea, espacio y sociedad*. Bilbao (España), Universidad del País Vasco y Universidad Autónoma de Puebla, 647-678.

**Núñez, G.** 1996: "Servicios urbanos colectivos en España durante la segunda industrialización: entre la empresa privada y la gestión pública", Martín Aceña, Pablo; Comín, Francisco (Coords.), *La empresa en la historia de España*. Madrid (España), Civitas, 399-422.

**Núñez, G.** 2001: "Modernización de las ciudades españolas durante la crisis política de la Restauración". *Ciudad y Territorio*, (128), 251-274.

**Núñez, G.** 2004: "Local Life and Municipal Services in Spain at the beginning of the 20th Century", Giuntini, Andrea; Hertmer, Peter; Núñez, Gregorio (Eds.), *Urban Growth on Two Continents in the 19th and 20th Centuries*. Granada (España), Comares, 49-68.

**Ortega Berruguete, A. R.** 1988: "La población de Bilbao, 1800-1870". *Vasconia*, (10), 47-62.

**Otero Carvajal, L. E. (Ed.).** 2020: *Las infraestructuras en la construcción de la ciudad moderna*. Madrid (España), Catarata.

**Otero Carvajal, L. E.; De Miguel, S. (Ed.).** 2018: *La escuela y la despensa. Indicadores de modernidad. España, 1900-1936*. Madrid (España), Catarata.

**Otero Carvajal, L. E.; Pallol, R. (Ed.).** 2017: *La sociedad urbana en España, 1900-1936. Redes impulsoras de la modernidad*. Madrid (España), Catarata.

**Otero Carvajal, L. E.; Pallol, R. (Ed.).** 2018: *La ciudad moderna. Sociedad y cultura en España, 1900-1936*. Madrid (España), Catarata.

**Pérez Serrano, J.** 2009: "La contribución de las ciudades a la modernización de España: marcos teóricos y líneas de investigación", Nicolás, M.ª Encarna; González, Carmen (Eds.), *Mundos de ayer: investigaciones históricas contemporáneas.* Murcia (España), Universidad de Murcia, 279-303.

**Serrallonga, J.; Bonamusa, F. (Coord.).** 1994: *La sociedad urbana en la España contemporánea*. Madrid (España), Asociación de Historia Contemporánea.

**Serrano, S.** 2016: "El Bilbao del progreso: gestión municipal y servicios públicos (1876-1920)". *Historia Contemporánea*, (52), 139-177. https://doi.org/10.1387/hc.15736

**Silva, A. F.; Cardoso de Matos, A.** 2000: "Urbanismo e modernização das cidades: o "embellezamento" como ideal, Lisboa, 1858-1891". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 69 (30). URL: http://www.ub.edu/geocrit/sn-69-30.htm

**Silva Bruno, B.** 2021: "Lisboa: a identidade de uma cidade à míngua de água". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (18), 61-71. https://doi.org/10.17561/at.18.5354

**Tortella, G.** 1973: *Los orígenes del capitalismo en España. Banca, industria y ferrocarriles, 1829-1874*. Madrid (España), Tecnos.

**Villa, I.** 2008: "Agua para Bilbao". *El Correo*, 17 de febrero de 2008. https://www.elcorreo.com/vizcaya/20080217/vizcaya/agua-para-bilbao-20080217.html

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

# MORENO, José Luis 2021: *Acaparamiento y deterioro del agua en el noreste de Sonora. El caso de la mina de Cananea 1899-2020*. Hermosillo, El Colegio de Sonora, 112 págs., ISBN: 978-607-8809-05-9

El libro *Acaparamiento y deterioro del agua en el noreste de Sonora. El caso de la mina de Cananea 1899-2020*, forma parte de la obra que ha venido desarrollando en los últimos años José Luis Moreno. Además, en su trayectoria y de autoría individual, podemos encontrar el libro *Despojo de agua en la cuenca del río Yaqui* publicado en el 2016, en donde se analiza la conflictividad generada por la construcción de obra hidráulica con afectaciones a zonas rurales, indígenas y agrícolas, en el estado de Sonora al norte de México.

El libro que se reseña es de historia ambiental, cuyo eje particularmente se centra en el deterioro ambiental, que aborda la historia del monopolio y la apropiación de recursos, especialmente del agua, y que se focaliza en el caso de la mina de Cananea, en el norte de México. El caso reconstruido puede ser ejemplo de la situación que se ha vivido en otras regiones de México y en otros países latinoamericanos, africanos, asiáticos, que durante siglos han sufrido los embates de la minería tradicional y de la de cielo abierto.

Formalmente, el libro tiene una estructura de cinco capítulos. El primero funge como introducción. Nos aporta un panorama general, pero lo que resulta interesante y que muchos libros actualmente no aportan, y que vale la pena precisar, es una descripción de la metodología empleada y, sobre todo, de la gran cantidad de fuentes consultadas. Se trata de una investigación documental que consultó archivos diversos, nacionales y extranjeros, una revisión de documentos oficiales, de hemerografía y cartografía, así como consulta de bibliografía y de estudios de diversos tipos realizados en diferentes universidades, publicados como resultados de proyectos y también tesis de investigación, los cuales aportan una buena variedad de perspectivas y nutren de manera significativa el libro.

Desde una perspectiva histórica, los siguientes capítulos abordan la evolución de la minería y del acaparamiento del agua. En el capítulo 2, se habla acerca de la minería subterránea y del empleo de agua, particularmente del abastecimiento a través de diversos manantiales cercanos a la mina, con la construcción de obra hidráulica de no muy amplias dimensiones, más bien para el traslado y el bombeo desde su origen. Ya desde aquí podemos observar como existe un acaparamiento del agua por parte de la minera, en detrimento del servicio del agua que se proporciona para la población, en donde se da prioridad a los usos mineros, y no tanto así al abastecimiento doméstico.

En el capítulo 3, el autor relata el cambio paulatino entre la explotación tradicional de minas subterráneas, al inicio de la minería a cielo abierto, y el paso del uso de aguas superficiales a la perforación y extracción de agua de pozos profundos. Igualmente, trata del incremento de la demanda de agua para la minería, y del aumento de aguas de desecho y presas de jales de mayores capacidades. Se documenta como a partir de la minería a cielo abierto se inició con la explotación del agua subterránea. En este capítulo también se identifican las disputas por las "aguas cobrizas" las cuales se dieron entre la minera y un grupo de gambusinos. Es de llamar la atención que en este capítulo se habla de los primeros derrames documentados de las presas de jales, con afectación hacia el río San Pedro en el noroeste de Sonora, y la preocupación por los impactos ambientales de la mina de Cananea, con afectaciones a la salud de los trabajadores de la mina.

En el capítulo 3, el autor relata el cambio paulatino entre la explotación tradicional de minas subterráneas, al inicio de la minería a cielo abierto, y el paso del uso de aguas superficiales a la perforación y extracción de agua de pozos profundos. Igualmente, trata del incremento de la demanda de agua para la minería, y del aumento de aguas de desecho y presas de jales de mayores capacidades. Se documenta cómo a partir de la minería a cielo abierto se inició con la explotación del agua subterránea. En este capítulo también se identifican las disputas por las "aguas cobrizas" las cuales se dieron entre la minera y un grupo de gambusinos. Es de llamar la atención que en este capítulo se habla de los primeros derrames documentados de las presas de jales, con afectación hacia el río San Pedro en el noroeste de Sonora, y la preocupación por los impactos ambientales

de la mina de Cananea, con afectaciones a la salud de los trabajadores de la mina.

En el capítulo 4 se presenta una variante de la disputa por el agua, en donde intervienen como actores claves los ejidos, quienes además de disputar el agua, se discuten la posesión de las tierras con la minera. No sólo eso, sino que los ejidos comienzan a denunciar la contaminación de terrenos y la muerte de animales por los desechos de las minas y la contaminación del agua. Igualmente, se presenta la manera en la que la mina de Cananea se declara en quiebra y fue adquirida por Grupo Industrial Minera México (luego Grupo México), creando las bases del monopolio en la producción nacional de cobre, y por lo tanto, la consolidación del acaparamiento del agua en la región. Otra cuestión interesante que se relata es la transferencia de los servicios de agua potable de la empresa minera al ayuntamiento de Cananea, y posteriormente, al gobierno del estado de Sonora lo cual complicó aún más lo relativo al agua en la región. Particularmente, llama la atención que originalmente la minera era la responsable del abastecimiento de agua a la pequeña ciudad de Cananea. Al hacer la transferencia de responsabilidades, el Ayuntamiento se declara incompetente y las transfiere al gobierno del estado, quien hasta la fecha sigue sin lograr un abastecimiento optimo y eficiente en la administración del servicio.

El capítulo 5, explica cómo a partir de un periodo de expansión productiva en la minera, se comienza a extraer agua de acuíferos de cuencas vecinas, de los ríos Yaqui y Magdalena. Además, se suma el conflicto generado por el derrame de presas de jales en agosto de 2014, lo cual generó una alarma ambiental importante en varios sectores, pero también provocó la reactivación de la lucha del sindicato minero, y de algunos frentes que habían estado un poco relegados de las protestas y del escenario de las inconformidades por la minería. Evidentemente, el derrame afectó significativamente a las poblaciones cercanas al río Sonora e impactó los usos del agua en el río, en los pozos, y en las norias cercanas. Unas de las ganancias secundarias a causa de dicho derrame fueron, por un lado que se abrió un importante debate sobre los privilegios de las empresas mineras, y por otro, que se evidenció la falta de control de las autoridades ambientales quienes históricamente, e incluso actualmente, se preocupan por la recaudación de impuesto que generan las mineras, más no de los impactos ambientales que puedan ocasionar.

Finalmente, el capítulo 6 nos muestra las principales conclusiones a las que llega el autor, en donde se enfatiza en los riesgos a futuro por el acaparamiento del agua en la región. Además, se ofrece un epílogo en donde, de manera breve, nos actualiza sobre los últimos acontecimientos hasta julio de 2021.

El libro, a partir del caso que se documenta, nos muestra la historia del acaparamiento del agua en una región en donde la minería se justifica como motor de la economía, con la creación de empleos y generación de riqueza. Históricamente, el Estado mexicano poco ha hecho para regular y limitar los alcances de las mineras y el poderío que ostentan en las regiones con el monopolio y el control de los recursos, de la tierra, del agua, de la economía. Poco se ha reparado en identificar la contaminación del agua por minería como una forma de privatización del agua, ya que no sólo se usa, sino que se inutiliza para su aprovechamiento en otros usos. De igual manera, poco se ha reparado en los impactos en la salud que genera la minera, no sólo para los trabajadores de este tipo de actividad, sino para la población en general, que tiene años en contacto con agua y tierra contaminada.

Libros como "*Acaparamiento y deterioro del agua en el noreste de Sonora*", resultan ser inspiradores para dar vuelta a la visión de realidades cercanas tales como los cultivos de grandes extensiones para la exportación, que al igual que la minería, monopolizan los recursos y contaminan de manera significativa los acuíferos y las tierras de cultivos.

Anahí Copitzy Gómez Fuentes
Centro Universitario del Sur
Universidad de Guadalajara
anahi.gomez@cusur.udg.mx

water and landscape
AGUA y TERRITORIO

## Informe estadístico del proceso editorial de Agua y Territorio (2023)

En 2023 se han recibido 65 artículos de los que se ha rechazado 41 (63,08 %). De los 24 artículos publicados, 10 corresponden a la sección de Dossier y 14 a la de Miscelánea. Los coordinadores del Dossier han sido investigadores pertenecientes a una institución académica de España.

Los autores de los artículos publicados en la sección de Dossier y Miscelánea son 52, adscritos a instituciones de las siguientes nacionalidades:

**Nacionalidad de las instituciones de los autores**

| *País* | *Número* | *Tanto por ciento* |
|---|---|---|
| México | 13 | 25,00 % |
| España | 11 | 21,25 % |
| Argentina | 7 | 13,46 % |
| Brasil | 7 | 13,46 % |
| Cuba | 6 | 11,54 % |
| Chile | 4 | 7,69 % |
| Colombia | 3 | 5,77 % |
| Reino Unido | 1 | 1,92 % |

Respecto al género, 24 son mujeres (46,15 %) y 28 varones (53,85 %). Tres de los autores están vinculados a la revista. La adscripción institucional de los autores está concentrada en 26 universidades o centros de investigación: 8 de México, 4 de España, 4 de Chile, 3 de Brasil, 2 de Argentina, 2 de Colombia, 2 de Cuba y 1 de Reino Unido.

Respecto a los 97 académicos y especialistas que han realizado informes para la revista, 68 pertenecen a instituciones internacionales (70,10 %). Asimismo, cabe resaltar la diversidad de su procedencia geográfica. Además, del número total, 47 son mujeres (48,45 %).

**Procedencia de los Evaluadores**

| *País* | *Número* | *Tanto por ciento* |
|---|---|---|
| México | 33 | 34,02 % |
| España | 29 | 29,90 % |
| Argentina | 8 | 8,25 % |
| Chile | 8 | 8,25 % |
| Cuba | 7 | 7,22 % |
| Brasil | 4 | 4,12 % |
| Colombia | 2 | 2,06 % |
| Estados Unidos | 2 | 2,06 % |
| Venezuela | 2 | 2,06 % |
| Australia | 1 | 1,03 % |
| Costa Rica | 1 | 1,03 % |

En 2023 el tiempo medio transcurrido entre la recepción de un artículo y el envío de respuesta definitiva al autor, tras el proceso de evaluación, ha sido de 8 meses.

## El Consejo de Redacción de Agua y Territorio agradece la aportación de los evaluadores que han colaborado con la Revista durante 2023:

1. Acela Montes de Oca Hernández, Universidad Autónoma del Estado de México, México.
2. Adaris Parada Ulloa, Universidad de Oriente, Cuba.
3. Adriana Hernández García, Universidad de Guadalajara, México.
4. Aldo Antonio Castañeda Villanueva, Universidad de Guadalajara, México.
5. Alexis Santiago Perez Figueredo, Universidad de Oriente, Cuba.
6. Alice Poma, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
7. Alicia Torres Rodríguez, Universidad de Guadalajara, México.
8. Ana Luz Quintanilla-Montoya, Universidad de Colima, México.
9. Anahí Copitzy Gomez Fuentes, Universidad de Guadalajara, México.
10. Antonio Escobar Ohmstede, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), México.
11. Antonio Rafael Fernández Paradas, Universidad de Granada, España.
12. Beatriz Ensabella, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
13. Beatriz Eugenia Romero Cuevas, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, México.
14. Carlos M. Guimarães, Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil.
15. Carolina Valenzuela Matus, Universidad Autónoma de Chile, Chile.
16. Casey Walsh, University of California - Santa Barbara, Estados Unidos.
17. Daniel Murillo-Licea, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), México.
18. David Soto Fernández, Universidad de Santiago de Compostela, España.

19. Diego Arango López, Universidad Católica del Maule, Chile.
20. Diego Fernandez, ECONTEC Consultores, Colombia.
21. Eduardo Solorio Santiago, Universidad Autónoma de Querétaro, México.
22. Elia María del Carmen Méndez García, Oaxaca Instituto Politécnico Nacional, México.
23. Eloísa Ramos Rodríguez, Universidad de Granada, España.
24. Encarnación Gil Meseguer, Universidad Murcia, España.
25. Encarnación Moral Pajares, Universidad de Jaén, España.
26. Enric Guinot Rodriguez, Universidad de Valencia, España.
27. Erin O´Donnell, University of Melbourne, Australia.
28. Eva Sanz Jara Universidad de Sevilla, España.
29. Fabiano Quadros Rückert, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.
30. Facundo Rojas, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.
31. Ferran Esquilache Martí, Universidad de Valencia, España.
32. Francisca Jiménez Jiménez, Universidad de Jaén, España.
33. Francisca Silva Hernández, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.
34. Francisco Del Corral del Campo, Universidad Politécnica de Madrid, España.
35. Francisco López Martínez, Universidad de Alcalá, España.
36. Fulgencio Cánovas García, Universidad de Almería, España.
37. Gloria Esperanza Narváez Tafur, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
38. Gustavo Adolfo Morillo Díaz, Universidad de Zulia, Venezuela.
39. Hilda Guerrero, Universidad Michoacana, México.
40. Hugo Loaciga, University of California - Santa Barbara, Estados Unidos.
41. Jaime Vergara Muñoz, Universidad de Granada, España.
42. Jesús Raúl Navarro-García, Escuela de Estudios Hispanoamericanos (CSIC), España.
43. Jesús Vargas Molina, Universidad de Málaga, España.
44. Jorge Ivars, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.
45. Jorge Lafuente del Cano, Universidad de Valladolid, España.
46. José Juan Pablo Rojas-Ramírez, Universidad de Guadalajara, México.
47. José Manuel Pérez Sánchez, Universidad Autónoma del Estado de México, México.
48. Josep Espluga-Trenc, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
49. Juan Infante Amate, Universidad de Granada, España.
50. Juan José Delgado-Moran, Universidad Pablo de Olavide, España.
51. Juan Manuel Rodríguez Esteves, El Colegio de la Frontera Norte, México.
52. Juan Pablo Fili, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.
53. Juana Elizabeth Salas Hernández, Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, México
54. Leonardo Batista Pedroso, Instituto Federal Goiano, Brasil.
55. Leonardo Caruana de las Cagigas, Universidad de Granada, España.
56. Liliana María Gómez Luna, Universidad de Oriente, Cuba.
57. Loris de Nardi, Universidad Bernardo O’Higgins, Chile.
58. Lourdes Sofía Mendoza Bohne, Universidad de Guadalajara, México.
59. Luis Castro Castro, Universidad de Tarapacá, Chile.
60. Macarena Cordero Fernández, Universidad de los Andes, Chile.
61. Maria de Lourdes Hernández Rodriguez, El Colegio de Tlaxcala, México.
62. María Dolores Ponce Sánchez, Universidad de Murcia, España.
63. Maria Eugenia González Ávila, El Colegio de la Frontera Norte, México.
64. María Evangelina Salinas Escobar, Universidad de Guadalajara, México.
65. María Teresa Cortés Zavala, Universidad Michoacana, México.
66. María Teresa Ventura Rodríguez, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
67. Martha Inés Flores Pacheco, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
68. Martín Sánchez Rodríguez, Colegio de Michoacán, México.
69. Mauricio Berger, Universidad Nacional de Río Negro, Argentina.
70. Mayelin González Trujillo, Universidad de Oriente, Cuba.
71. Miguel Borja Bernabé Crespo, Universidad Autónoma de Madrid, España.

72. Natalia Chaves López, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
73. Nelly Josefa León Fuentes, Universidad Veracruzana, México.
74. Nidia Bibiana Piñeyro, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.
75. Nohora Beatriz Guzmán Ramírez, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.
76. Octavio Martín González-Santana, El Colegio de Michoacán, México.
77. Ofelia Pérez Montero, Universidad de Oriente, Cuba.
78. Patricia Fernández Aracil, Universidad de Alicante, España.
79. Patricia Rivera Castañeda, El Colegio de la Frontera Norte, México.
80. Pilar Mogollón Cano-Cortés, Universidad de Extremadura, España.
81. Rafael Guardado Lacaba, Universidad de Moa, Cuba.
82. Raúl Sánchez Andaúr, Universidad Autónoma de Chile, Chile.
83. Roberto Bustos Cara, Universidad Nacional del Sur, Argentina.
84. Rocío Delibes Mateos, Universidad de Sevilla, España.
85. Rodrigo Escribano Roca, Universidad Adolfo Ibáñez, Chile.
86. Rogelio Altez Ortega, Universidad de Sevilla, España.
87. Ronny Viales Hurtado, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
88. Rosa María Guerrero Valdebenito, Universidad de Concepción, Chile.
89. Salvador Peniche Camps, Universidad de Guadalajara, México.
90. Sara Cortés Dumont, Universidad de Jaén, España.
91. Scarleth Mujica, Universidad Simón Bolívar, Venezuela.
92. Sergio Salazar-Galán, Universidad Pablo de Olavide, España.
93. Sergio Vargas Velázquez, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.
94. Sheila Palomares Alarcón, Universidad de Jaén, España.
95. Susane Cristini Gomes Ferreira, Universidade Federal do Pará, Brasil.
96. Teresa Maria Reyna, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
97. Yunior Ramón Velázquez Labrada, Universidad de Oriente, Cuba.

Revista semestral patrocinada por el Seminario Permanente Agua, territorio y Medio Ambiente (CSIC) y editada por la Universidad de Jaén. Dirigida a la comunidad científica desde varias perspectivas científicas. Son de interés los enfoques históricos, económicos, territoriales y sociales, que posibilitan los estudios sobre el agua en el ámbito iberoamericano y mediterráneo.

**Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL)** consta esencialmente de tres secciones:

- **Dossier:** artículos relacionados con una temática común
- **Miscelánea:** artículos de temática libre
- **Reseñas y otras secciones:** Documentos y Archivos, Entrevistas, Relatos de experiencia, eventos, Proyectos, y Opinión

La Revista considera solo trabajos originales que no hayan sido publicados anteriormente.

**Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL)** quiere servir como instrumento para la concertación entre grupos sociales y gobiernos que se ven involucrados en los numerosos conflictos y disputas por la utilización del agua, la búsqueda de un nuevo modelo de desarrollo y la promoción de alternativas posibles para contener el deterioro de los ecosistemas. Por su temática y por la proyección iberoamericana y mediterránea de la revista, tiene una clara vocación internacional que se refleja en su Consejo Asesor y de Redacción.

**Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL)** centra su atención en varios aspectos vinculados al agua: políticas públicas, participación ciudadana, modelos de desarrollo y medioambientales, paisaje, memoria, salud y patrimonio hidráulico. Publica y difunde trabajos que alientan los intercambios de experiencias de cualquier país o continente. Pretende ser una plataforma de estudios sobre el agua capaz de recoger realidades muy diversas, con peculiaridades económicas, sociales, culturales y ambientales muy definidas y heterogéneas.

**Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL)** aspira a ser recogida en los más exigentes repertorios y bases de datos bibliográficas por lo que desde su primer número cumple los requisitos en esta materia.

**Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL) se encuentra incorporada a:**

SJR Scopus

2023 Calidad Revistas Científicas Españolas

Dialnet
dialnet.unirioja.es/

CRUE REBIUN Red de Bibliotecas Universitarias
www.rebiun.org

MIAR 2015 Live
miar.ub.edu
Matriz de Información para el Análisis de Revistas

REDIB | Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico
www.redib.org

Web of Science Group
https://mjl.clarivate.com/search-results

latindex
Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
http://www.latindex.unam.mx

DULCINEA
http://www.accesodirecto.net/dulcinea/
Derechos de explotación y permisos para el auto-archivo de revistas científicas españolas

SHERPA/RoMEO
https://dev.sherpa.ac.uk/romeo/search.php?issn=2340-8472&type=issn&la=en&fIDnum=|&mode=simple

C.I.R.C. EC3metrics
Clasificación Integrada de **Revistas Científicas**
https://clasificacioncirc.es/inicio

Google Académico
https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=K1Cjk-sAAAAJ

CAPES periódicos

Agua y Territorio · Número 24 · Julio - Diciembre 2024
http://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma

## Dossier

Jordi Bolòs
Agua e historia del paisaje en la corona de Aragón: distintas aproximaciones
*Water and landscape history in the Crown of Aragon: different approaches* 7

Ramon Martí Castelló, Joan Negre Pérez
Agua y poblamiento en el curso inferior del Ebro: los espacios agrarios de la ciudad de Tortosa en época antigua y medieval
*Water and settlement in the lower course of the Ebro River: the agrarian spaces of the city of Tortosa in Antiquity and Middle Ages* 25

Jordi Bolòs
Agua e historia del paisaje en Cataluña: novedades y resiliencias a lo largo de la Edad Media. El ejemplo de Lleida
*Water and landscape history in Catalonia: novelties and resilience throughout the Middle Ages. The example of Lleida* 45

Enric Vicedo-Rius
La organización de los riegos en el Segrià, área de Lleida (Cataluña, España), 1640-1870
*The organization of irrigation in the Segrià, Lleida area (Catalonia, Spain), 1640-1870* 65

## Miscelánea

Anderson Mikael de Souza Silva, Filipe da Silva Peixoto
Captación y aprovechamiento de aguas subterráneas en Mossoró-RN, Brasil
*Capture and use of groundwater in Mossoró-RN, Brazil* 83

Alina de la Caridad Morell Bayard, Liliana Gómez Luna
La significación práctica de la Ecohidrología: un análisis de su potencial para el estudio de cuencas hidrográficas
*The practical significance of Ecohydrology: an analysis of its potential for the study of hydrographic basins* 97

Ángel Omar Aldape García, Alicia Torres Rodríguez, Marco Luis Patiño Palomares
Disposición de los pobladores de Mezcala de la Asunción, México, para solucionar la problemática de residuos sólidos a partir de su narrativa biocultural
*Disposition of the residents of Mezcala de la Asunción, México, to solve the problem of solid waste considering their biocultural narratives* 117

Angee Rowena Córdoba Guatavita, Aura Melissa Hernández Pinzón, José Vicente Ospina Sogamoso
Usos y concepciones del agua como elemento vital en el resguardo indígena "La Victoria" de las etnias Piapoco y Achagua
*Uses and conceptions of water as a vital element in the indigenous reservation "La Victoria" of the Piapoco and Achagua ethnic groups* 133

Edith Miriam García Salazar, Hugo Nathanael Lara Figueroa
Suficiencia de agua en Hidalgo, México: una visión desde el enfoque del Derecho Humano al Agua
*Water sufficiency in Hidalgo, Mexico: a vision from the Human Right to Water* 151

Thaer Huraini
Hacia el desarrollo del seguro agrícola en Palestina teniendo en cuenta los retos del agua y la tierra
*Towards the development of agricultural insurance in Palestine in considering the challenges of water and land* 173

Rafael Brugnolli Medeiros, Luiz Carlos Araujo dos Santos
Calidad de las aguas, uso y cobertura de la tierra: subsidios para la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del río Pindaré, Maranhão - Brasil
*Water quality, land use and land cover: subsidies for water resources management in the Pindaré river watershed, Maranhão - Brazil* 187

Marta Luciane Fischer, Caroline Filla Rosaneli
Un encuentro entre Potter y Boaventura a orillas del río Belém: ¿qué queda por decir sobre el acceso universal al agua potable?
*A meeting between Potter and Boaventura on the banks of the Belém River: what still needs to be said about universal access to drinking water?* 203

Pablo Aznar-Crespo, Antonio Aledo, Guadalupe Ortiz, Josep Tur-Vives
Cómo escribir mensajes de alerta frente a inundaciones
*How to write flood warning messages* 219

Carlos Larrinaga Rodríguez
El abastecimiento de agua en una ciudad industrial: Bilbao (España), 1877-1936
*The water supply in an industrial city: Bilbao (Spain), 1877-1936* 237

## Reseñas bibliográficas

Anahí Copitzy Gómez Fuentes
MORENO, José Luis 2021: Acaparamiento y deterioro del agua en el noreste de Sonora. El caso de la mina de Cananea 1899-2020. Hermosillo 251